

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

ПРИНЯТА

методическим советом

протокол

от 14.06.2023 № 229

Председатель А.Ю. Решетова

УТВЕРЖДЕНА

Приказом

ГАНОУ МО «ЦО «Лапландия»

от 14.06.2023 № 45

Директор Кулаков С.В.



БИОКВАНТУМ

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
**«Геномное редактирование
(дистанционная программа по компетенции НТО)»**

Возраст обучающихся: **13-17 лет**
Срок реализации программы: **2 месяца**

Авторы - составители:
Икко Наталья Викторовна,
канд.биол.наук, зав. лабораторией

Соколан Нина Ивановна,
педагог дополнительного
образования

Мурманск
2023

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.

1.2. Нормативно-правовая база разработки и реализации программы.

Программа разработана в соответствии с

с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

с приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. N 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

с письмом 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»;

со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой приказом Президента РФ от 01.12.2016 № 642;

с постановлением Правительства РФ от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы» в редакции от 01.07.2021;

- с приказом 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»;

с постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

с постановлением 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»;

с 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

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 общеобразовательных 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.

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 биотехнологии, формирования представлений о возможностях их использования в научных и практических целях.

Создать условия для развития умений применять теоретические знания в области молекулярной биотехнологии для решения практических задач.

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 13-17 лет. Требования к учащимся, поступающим на программу: знание основ биологии клетки, генетики, основ неорганической химии, уверенное пользование ПК. Уровень программы – продвинутой. Минимальное количество человек в группе – 10, максимальное – 12.

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

1.8. Срок освоения программы: 2 месяца, объем программы – 24 часа.

1.9. Форма организации занятий: индивидуальная, групповая.

1.10. Режим занятий: один раз в неделю по 2 или 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:

- 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 работать с базами данных в области геномики и молекулярной биологии (NCBI и др.);

умение ориентироваться в биоинформатическом программном обеспечении (программа UGENE).

1.13. Формы итоговой диагностики: решение задач в области молекулярной биотехнологии.

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 рестрикционный 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)
	Итого:	7,5	16,5	24	

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. образо-

вание 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.

IV. 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>).

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 демонстра-	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль). Комбинированная (практическая проверка)

				ций, метод иллюстраций);			
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.	Полимерная 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	Презентация, видео	Компьютер, система видеоконференцсвязи, СДО	Фронтальная (устный контроль) . Комбинирован-

				методы (метод демонстраций, метод иллюстраций);			ная (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)

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 общеобразовательной программе
«Геномное редактирование (дистанционная программа
по компетенции НТО)»**

Педагог доп. образования: Соколан Н.И., Икко Н.В.
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 общеобразовательной 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., Андреев 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 - <https://biomolecula.ru/articles/vazhneishie-metody-molekuliarnoi-biologii-i-gennoi-inzhenerii>

Электронные ресурсы:

1. 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>
2. 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>
3. Методы молекулярной биологии и молекулярная биотехнология. Биология (Молекулярная биология) [Электронный ресурс] / Фоксфорд. Учебник. – URL: <https://foxford.ru/wiki/biologiya/metody-molekulyarnoy-biologii-i-molekulyarnaya-biotekhnologiya>.
4. Молекулярная биология [Электронный ресурс] / Postnauka.ru - URL: <https://postnauka.ru/themes/molekulyarnaya-biologiya>.
5. Национальная технологическая олимпиада (официальный сайт) - URL: <https://ntcontest.ru/>
6. 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)

7. Спецпроект «12 биологических методов в картинках» [Электронный ресурс] / Биомолекула - URL: <https://biomolecula.ru/specials/metody>
8. Редактирование генома / сайт компании KWS - URL: <https://www.kws.com/ru/ru/innovatsiya/metody-selekcii/redaktirovanie-genoma/>
9. Редактирование генома / сайт компании SkyGen - URL: <https://www.skygen.com/podderzhka/obzory/29-redaktirovanie-genomov/>
10. 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>

VII. Приложения

Приложение 1

Календарный учебный график

Педагоги: Икко Н.В., Соколан Н.И.

Количество учебных недель: 9

Режим проведения занятий: один раз в неделю по 2 или 3 академических часа.

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.	сентябрь	9	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.	сентябрь	16	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.	сентябрь	23	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.	сентябрь	30	17.00-17.45 17.55-18.40	Лекция, практическая работа	2	Строение нуклеиновых кислот и белков. Репликация ДНК.	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)

5.	октябрь	7	17.00-17.45 17.55-18.40	Лекция, практическая работа	2	Репликация ДНК. Биосинтез белка	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
6.	октябрь	14	17.00-17.45	Практическая работа	1	Биосинтез белка	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
7.	октябрь	14	17.55-18.40	Лекция	1	Полимеразная цепная реакция. Электрофорез ДНК	Дистанционно	Фронтальная (устный опрос)
8.	октябрь	21	17.00-17.45	Практическая работа	1	Полимеразная цепная реакция.	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
9.	октябрь	21	17.55-18.40	Практическая работа	1	Электрофорез ДНК	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
10.	октябрь	28	17.00-17.45 17.55-18.40	Лекция, практическая работа	2	Рестриктазы и рестрикционный анализ	Дистанционно	Комбинированная (практическая проверка)
11.	ноябрь	4	17.00-17.45	Лекция	1	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Дистанционно	Фронтальная (устный опрос)
12.	ноябрь	4	17.55-18.40	Практическая работа	1	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
13.	ноябрь	11	17.00-17.45	Практическая работа	1	Генетическая инженерия и геномное редактирование	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
14.	ноябрь	11	17.55-18.40	Практическая работа	1	Биоинформатические инструменты в геномике	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)
15.	ноябрь	18	17.00-17.45 17.55-18.40	Практическая работа	2	Биоинформатические инструменты в геномике	Дистанционно	Групповая (практическая проверка)

				Итого:	24			
--	--	--	--	--------	----	--	--	--

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'-СТСГСААСГГААААСС-3'.

Пояснение к ответу

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

Ответ: GGCTGTTGСТААТАТТ.