

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
Сургутский естественно-научный лицей

Принята на заседании  
методического совета  
от 12.12.2024  
Протокол № 5

УТВЕРЖДЕНО:  
Приказом  
от 12.12.2024  
№ СЕНЛ-13-690/4

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
(ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА  
«Геномное редактирование»  
естественнонаучной  
направленности



Возраст обучающихся: 13-17 лет  
Срок реализации: 5 месяцев

Авторы-составители:  
Чувакова Наталья Леонидовна,  
Ткаченко Наталья Михайловна,  
педагоги дополнительного образования

Сургут, 2024г.

### Аннотация

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Геномное редактирование» предназначена для изучения учащимися основ синтетической биологии, одним из инструментов которой является технология геномного редактирования. Отрасль генетики и биомедицины активно развивается, это – одна из самых перспективных отраслей, демонстрирующих непрерывность в изучении взаимосвязи физических, химических и биологических закономерностей, способствующих формированию научного мышления и объективному пониманию жизненных явлений и процессов нарушения жизнедеятельности организмов всех масштабов.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Геномное редактирование» предназначена для учащихся 13-17 лет и реализуется в течение 5 месяцев, 19 недель, 2 часа в неделю, 38 ч в год. На программу принимаются все желающие, независимо от пола.

Уровень программы базовый, т.к. программа предполагает использование и реализацию таких форм организации материала, которые допускают освоение специализированных знаний.

Программа способствует профессиональной ориентации обучающихся, что в последующем обеспечит развитие производства, науки и создание новых технологий. Содержание программы включает лекционные и семинарские занятия, задачи и тесты, контрольные вопросы.

### ПАСПОРТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ) ПРОГРАММЫ

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
МБОУ Сургутский естественно-научный лицей

Название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Геномное редактирование»
Направленность программы	естественнонаучная
Уровень программы	базовый
Ф.И.О. педагога, реализующего дополнительную общеобразовательную программу	Чувакова Наталья Леонидовна, Ткаченко Наталья Михайловна, педагоги дополнительного образования, высшей категории
Год разработки	2024
Где, когда и кем утверждена дополнительная общеобразовательная программа	Программа утверждена приказом директора от 12.12.2024 № СЕНЛ-13- 690/4
Информация о наличии рецензии	не имеется
Цель	Подготовка обучающихся к Национальной технологической олимпиаде по профилю «Геномное редактирование», освоение необходимых предметных знаний и вовлечение их в работу над технологическими приоритетами Национальной технологической инициативы для личностной самореализации и профессионального самоопределения.
Задачи	<b>Обучающие:</b> - сформировать объем теоретических знаний по биологии, химии и информатике, необходимых для участия в НТО; - выработать понимание фундаментальных законов биологии, химии, информатики; - научить решать задачи, относящиеся к синтетической биологии, технологиям управления свойствами биологических объектов; - организовать практическую и исследовательскую деятельность обучающихся;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- познакомить с инструментами биоинформационного анализа;</li> <li>- научить пользоваться наборами реактивов разными способами, в разных сочетаниях.</li> </ul> <p><b>Развивающие:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способствовать развитию навыков практического применения метода геномного редактирования;</li> <li>- развить умение работать с литературой и поиском информации в интернете на специализированных сайтах;</li> <li>- научить анализировать полученные в ходе экспериментов результаты.</li> </ul> <p><b>Воспитательные:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-воспитывать личность, способную анализировать, самоанализировать и создавать индивидуальную программу саморазвития.</li> </ul>
<p>Ожидаемые результаты освоения программы</p>	<p><b>Предметные результаты</b></p> <p><b>Будут знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-теоретические аспекты и фундаментальные законы биологии, химии и информатики;</li> <li>-инструментарий биоинформационного анализа;</li> <li>-основные молекулярно-генетические процессы: репликация и репарация ДНК, трансляция и транскрипция;</li> <li>-методы исследования нуклеиновых кислот и их выделения;</li> <li>-метод полимеразной цепной реакции: его механизмы и этапы;</li> <li>-основы электрофоретической детекции нуклеиновых кислот и белков</li> </ul> <p><b>Будут уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-работать на современном молекулярно-биологическом оборудовании;</li> <li>-осуществлять анализ, обработку полученных результатов при помощи прикладных программ и их интерпретации;</li> <li>-организовывать теоретическую, практическую и исследовательскую деятельность;</li> <li>-решать задачи, относящиеся к синтетической биологии, технологиям управления свойствами биологических объектов;</li> <li>-применять методы исследования нуклеиновых кислот и их выделения.</li> <li>-применять в исследовательских целях метод полимеразной цепной реакции;</li> <li>-применять методы электрофоретической детекции нуклеиновых кислот и белков;</li> <li>-планировать и проводить биологические эксперименты, работать с биологическими объектами и их компонентами;</li> <li>-оценивать безопасность и возможные риски проводимых экспериментов;</li> <li>-выбирать и обеспечивать безопасные условия проведения биологического эксперимента;</li> <li>-программировать в среде VS Code на языке «Python»;</li> <li>-решать командные междисциплинарные задания, связанные с геномным редактированием;</li> <li>-решать типовые задачи разных этапов НТО по биологии, химии.</li> </ul> <p><b>Будут владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-расширенными теоретическими представлениями в области биологии, химии, биоинформатики;</li> </ul>

	<p>-навыками использования наборов реактивов разными способами, в разных сочетаниях;</p> <p>-навыками практического применения метода ПЦР;</p> <p>-навыками практического применения метода электрофореза;</p> <p>-навыками практического применения метода геномного редактирования;</p> <p>-навыками работы с литературой и поиском информации в интернете на специализированных сайтах;</p> <p>-опытом решения заданий НТО по биологии и химии;</p> <p>-опытом исследования биологических систем различного уровня;</p> <p>-опытом проведения экспериментов с биологическими системами;</p> <p>-опытом обобщения, систематизация знаний и выявление общих или частных закономерностей функционирования биологических систем;</p> <p>- методами химического анализа.</p> <p><b>Метапредметные результаты</b></p> <p><b>Будут развиты:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы мышления;</li> <li>- умение работать в условиях неопределенности, высказывать гипотезы;</li> <li>- способность производить расчеты, оценки;</li> <li>- познавательная активность;</li> <li>- мотивация к изучению предметов естественнонаучной направленности;</li> <li>- логическое и образное мышление;</li> <li>- креативность, как основа нестандартного подхода к выполнению олимпиадных заданий;</li> <li>- компоненты мыслительной деятельности: воображение, творческая активность и фантазия в ходе экспериментальной работы.</li> </ul> <p><b>Личностные результаты</b></p> <p><b>Будут проявлять:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-инициативность, самостоятельность, ответственность;</li> <li>-внимательность, аккуратность, логическую последовательность в решении задач;</li> <li>-осознанность, усидчивость, трудолюбие в самостоятельной работе;</li> <li>-избирательность в выборе информации и способах решения задач,</li> <li>-умение сохранять уверенность в своих способностях, несмотря на временные неудачи и трудности;</li> <li>-умение взаимодействовать с разными людьми, налаживать взаимопонимание при работе в команде.</li> </ul>
Срок реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы	5 месяцев
Количество часов в неделю / год, необходимых для реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы	2ч /38ч
Возраст учащихся	13-17 лет
Формы занятий	групповая, исследовательская деятельность, лаборатория

Методическое обеспечение	В работе объединения рассчитано использование научной и научно-популярной литературы по химии, биологии, экологии, биофизике, электронных средств информации (Интернет), использование современной лабораторной и обучающей техники, лекционных и лабораторно-практических занятий, консультации и встречи со специалистами, преподавателями ВУЗов, интенсивы в лаборатории СурГУ.
Условия реализации программы	1. Кабинет для проведения групповых и индивидуальных занятий. 2. Шкафы и полки; выставочные витрины для расположения учебной и научной литературы, наглядных пособий, демонстрационного материала, творческих работ учащихся. 3. Компьютер, проектор, лабораторная посуда. 4. Цифровой микроскоп Levenhуki набор микропрепаратов к нему. 5. Цифровой USB микроскоп.

### **Пояснительная записка**

#### **Введение:**

Выявление, сопровождение и поддержка одаренных детей являются приоритетными направлениями деятельности системы образования, которые могут осуществляться посредством организации программ дополнительного образования, являющихся одним из способов построения индивидуальной образовательной траектории одаренных детей. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Геномное редактирование» предназначена для изучения старшеклассниками основ синтетической биологии, одним из инструментов которой является технология геномного редактирования.

#### **Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:**

1. Закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями);
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года №678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
3. Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. N 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 N 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи" (вместе с "СП 2.4.3648-20. Санитарные правила...") (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 N 61573).

А так же другие Федеральные законы, иные нормативно-правовые акты РФ, законы и иные нормативно-правовые акты субъекта РФ (Ханты-Мансийского автономного округа – Югры), содержащие нормы, регулирующие отношения в сфере дополнительного образования детей;

5. Устав МБОУ Сургутского естественно-научного лицея и другие локальные акты, регламентирующие организацию и обучение по дополнительному образованию.

**Реализация общеобразовательной программы осуществляется за пределами ФГОС и федеральных государственных требований, и не предусматривает подготовку обучающихся к государственной итоговой аттестации по общеобразовательным программам.**

**Актуальность программы:**

В условиях исполнения задач по достижению технологического суверенитета одним из наиболее актуальных направлений является подготовка кадров в области опережающего развития генетики и генетических технологий. Ориентированность программы на подготовку школьников к Национальной технологической олимпиаде (НТО) по профилю «Геномное редактирование» является одним из важнейших инструментов в области трансформации образования и профориентации школьников в эти перспективные для страны и региона направления.

**Направленность:** естественнонаучная.

Уровень освоения программы: базовый

**Отличительная особенность программы:**

Программа направлена на решение задач, стимулирующих становление исследовательских навыков, практическое обучение обучающихся методам молекулярной биологии.

Годовой цикл программы включает систему модулей, способствующих планомерному развитию у обучающихся компетенций необходимых для участия во Всероссийской междисциплинарной олимпиаде школьников «Национальной технологической олимпиаде».

Очные модули программы являются комплексными форматами (интенсивами), реализуются в очном и гибридном форматах, содержат практические занятия в условиях лабораторий Сургутского государственного университета под наставничеством профессорско-преподавательского состава и студентов.

**Адресат программы:**

Программа разработана для обучающихся в возрасте 13-17 лет, мотивированных на получение повышенных образовательных результатов, участие в олимпиаде НТО профиль «Геномное редактирование» и планирующих поступление по программам высшего образования естественнонаучной и медицинской направленности.

Наполняемость группы по 20 человек.

**Срок реализации программы:** 5 месяцев, 19 недель.

**Объем программы:** 38 часов, 19 недель, 2 часа в неделю.

**Режим занятий:** занятия проходят 1 раз в неделю, 1 день по 2 академических часа (40 минут), перерыв между занятиями 10 минут.

**Формы обучения:**

Занятия проводятся:

- в очном формате, формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (20 человек), малыми группами (4-6 человек) и индивидуально.

**Цель программы:**

Подготовка обучающихся к Национальной технологической олимпиаде по профилю «Геномное редактирование», освоение необходимых предметных знаний и вовлечение их в работу над технологическими приоритетами Национальной технологической инициативы для личностной самореализации и профессионального самоопределения.

**Задачи программы:**

– сформировать объем теоретических знаний по биологии, химии и информатике, необходимых для участия в НТО;

– выработать понимание фундаментальных законов биологии, химии, информатики;

– научить решать задачи, относящиеся к синтетической биологии, технологиям управления свойствами биологических объектов;

– организовать практическую и исследовательскую деятельность обучающихся;

– познакомить с инструментами биоинформационного анализа;

– научить пользоваться наборами реактивов разными способами, в разных сочетаниях;

– способствовать развитию навыков практического применения метода геномного редактирования;

– развить умение работать с литературой и поиском информации в интернете на специализированных сайтах;

– научить анализировать полученные в ходе экспериментов результаты.

### Учебный план

№ п/п	Название раздела	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1.	<b>Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой</b>	<b>1</b>	0	<b>1</b>	Регистрация на сайте НТО <a href="https://ntcontest.ru/">https://ntcontest.ru/</a>
2	<b>Модуль «Общая биология и микробиология»</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
	Основы микробиологии	4	3	7	
3	<b>Модуль «Генетика»</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
	Основы генетики	3	3	<b>6</b>	
	Основные молекулярно-генетические процессы	4	4	<b>8</b>	
4	<b>Модуль «Методы исследования нуклеиновых кислот»</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
	Методы клеточной биологии	2	1	3	
	Эндонуклеазы рестрикции, клонирование ДНК в плазмидах	2	1	3	
	Фракционирование нуклеиновых кислот. Электрофорез	2	1	3	
	ПЦР. Разные типы использования ПЦР	2	1	3	
	Секвенирование нуклеиновых кислот	1	1	2	
	Основы генетического редактирования	1	1	2	
	<b>Всего</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>38</b>	

#### Содержание программы

Раздел 1.

#### **Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой (1ч.)**

**Теория:**

**Знакомство с Национальной технологической олимпиадой. Как зарегистрироваться на сайте НТО <https://ntcontest.ru/>**

Национальная технологическая олимпиада (НТО) — это всероссийские технологические соревнования для школьников по широкому спектру направлений от искусственного интеллекта до геномного редактирования, космических технологий, разработки компьютерных игры. Олимпиада объединяет тех, кто хочет быть востребованным и решать действительно важные задачи с помощью современных технологий. Урок призван мотивировать школьников к участию в НТО через знакомство с принципами и ценностями, профилями, историей, спецификой олимпиады и возможностями для ее участников.

Рекомендуем воспользоваться ресурсом <https://nti-lesson.ru/materials-intro>.

## **Раздел 2. Модуль «Общая биология и микробиология» (7ч.)**

**Теория:** Вирусы. Бактериофаги. Микроорганизмы прокариотические и эукариотические. Характеристика и таксономия бактерий. Бактерии, применяемые в биотехнологии (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Streptomyces coelicolor*, *Corynebacterium glutamicum*). Грибы, строение и размножение грибов. Виды грибов, применяемые в биотехнологии (*Penicillium notatum*, *Aspergillus nidulans*, *Rhizopus oryzae* и *R. nigricans*). Дрожжи, применяемые в биотехнологии: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Candida albicans*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Hansenula polymorpha* и *Pichia pastoris*.

### **Практика:**

Решение олимпиадных заданий первого тура НТО.

## **Раздел 3. Модуль «Генетика» (14ч.)**

### **Теория:**

1. Основы генетики. Основные понятия генетики. Закономерности наследования. Законы Менделя. Закон независимого расщепления и его цитологический механизм. Правила выписывания гамет полигибрида. Определение расщепления по фенотипу с помощью фенотипических радикалов. Роль анализирующего скрещивания и возможности его осуществления. Понятие об экспрессивности и пенетрантности гена. Методы оценки пенетрантности генов.

Взаимодействие генов. Классификация различных типов взаимодействия генов: полное доминирование, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование, межallelная комплементация, аллельное исключение, комплементарность, эпистаз, полимерия.

Сцепленное наследование. Установление сцепления в наследовании признаков. Генетика пола и сцепленное с полом наследование. Классификация изменчивости. Понятие о наследственной и ненаследственной изменчивости. Мутационная теория и классификация мутаций.

Введение в генетику человека. Человек как объект генетических исследований. Методы генетики человека и их характеристика.

Введение в популяционную генетику. Генетическая структура популяций. Типы популяций. Основные факторы генетической динамики популяций.

2. Основные молекулярно-генетические процессы. Строение нуклеиновых кислот (ДНК, РНК). Виды и функции нуклеиновых кислот. Правило комплементарности. Правило Чаргаффа. Принципиальные отличия ДНК и РНК. Передача генетической информации (центральная догма молекулярной биологии). Понятие матричного синтеза. Антипараллельность ДНК и ее значение в реакциях матричного синтеза. Принцип матричного синтеза.

Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. ДНК и гены. Генетический код, его свойства. Транскрипция, ее принципы и особенности. Трансляция: этапы и механизмы. Матричный синтез ДНК – репликация. Принципы репликации ДНК. Механизм репликации ДНК.

### **Практика:**

Решение олимпиадных заданий первого тура НТО.

## **Раздел 4. Модуль «Методы исследования нуклеиновых кислот» (16ч.)**

### **Теория:**

Методы клеточной биологии.

Эндонуклеазы рестрикции, клонирование ДНК в плаزمидях.

Фракционирование нуклеиновых кислот. Электрофорез.

ПЦР. Разные типы использования ПЦР.

Секвенирование нуклеиновых кислот.

Основы генетического редактирования. Организация молекулярной лаборатории. ПЦР. Электрофорез. Подготовка материала для выделения нуклеиновых кислот. Выделение ДНК. Протоколы выделения ДНК. Постановка ПЦР. Выбор и подготовка праймеров. Детекция результатов ПЦР методом горизонтального гель-электрофореза. Очистка ПЦР-продукта.

Постановка секвенсовой реакции. Интерпретация результатов.

**Практика:**

Решение олимпиадных заданий второго тура НТО.

**Планируемые результаты:**

Итогом прохождения данной программы для обучающихся 8-10 классов является повышение интереса к школьным предметам через деятельностный подход и погружение в решение реальных практических задач по геномному редактированию, формирование навыков командной работы в рамках успешного прохождения различных этапов Национальной технологической олимпиады.

**Предметные результаты**

**Будут знать:**

- теоретические аспекты и фундаментальные законы биологии, химии и информатики;
- инструментарий биоинформационного анализа;
- основные молекулярно-генетические процессы: репликация и репарация ДНК, трансляция и транскрипция;
- методы исследования нуклеиновых кислот и их выделения;
- метод полимеразной цепной реакции: его механизмы и этапы;
- основы электрофоретической детекции нуклеиновых кислот и белков

**Будут уметь:**

- работать на современном молекулярно-биологическом оборудовании;
- осуществлять анализ, обработку полученных результатов при помощи прикладных программ и их интерпретации;
- организовывать теоретическую, практическую и исследовательскую деятельность;
- решать задачи, относящиеся к синтетической биологии, технологиям управления свойствами биологических объектов;
- применять методы исследования нуклеиновых кислот и их выделения.
- применять в исследовательских целях метод полимеразной цепной реакции;
- применять методы электрофоретической детекции нуклеиновых кислот и белков;
- планировать и проводить биологические эксперименты, работать с биологическими объектами и их компонентами;
- оценивать безопасность и возможные риски проводимых экспериментов;
- выбирать и обеспечивать безопасные условия проведения биологического эксперимента;
- программировать в среде VS Code на языке «Python»;
- решать командные междисциплинарные задания, связанные с геномным редактированием;
- решать типовые задачи разных этапов НТО по биологии, химии.

**Будут владеть:**

- расширенными теоретическими представлениями в области биологии, химии, биоинформатики;
- навыками использования наборов реактивов разными способами, в разных сочетаниях;
- навыками практического применения метода ПЦР;
- навыками практического применения метода электрофореза;
- навыками практического применения метода геномного редактирования;
- навыками работы с литературой и поиском информации в интернете на специализированных сайтах;
- опытом решения заданий НТО по биологии и химии;
- опытом исследования биологических систем различного уровня;
- опытом проведения экспериментов с биологическими системами;
- опытом обобщения, систематизация знаний и выявление общих или частных закономерностей функционирования биологических систем;
- методами химического анализа;

**Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:**

**Будут развиты:**

- способы мышления;
- умение работать в условиях неопределенности, высказывать гипотезы;
- способность производить расчеты, оценки;
- познавательная активность;

- мотивация к изучению предметов естественно-научной направленности;
- логическое и образное мышление;
- креативность, как основа нестандартного подхода к выполнению олимпиадных заданий;
- компоненты мыслительной деятельности: воображение, творческая активность и фантазия в ходе экспериментальной работы.

**Личностные результаты освоения программы обучающимися:**

**Будут проявлять:**

- инициативность, самостоятельность, ответственность;
- внимательность, аккуратность, логическую последовательность в решении задач;
- осознанность, усидчивость, трудолюбие в самостоятельной работе;
- избирательность в выборе информации и способах решения задач,
- умение сохранять уверенность в своих способностях, несмотря на временные неудачи и трудности;
- умение взаимодействовать с разными людьми, налаживать взаимопонимание при работе в команде.

**Календарный учебный график**

1 полугодие			2 полугодие			Итого	
Период	Кол-во недель	Кол-во часов	Период	Кол-во недель	Кол-во часов	Кол-во недель	Кол-во часов
-	-	-	с 01.01.202 5 по 27.05.202 5	19	38	19	38
Сроки организации промежуточного контроля 19.05.25- 24.05.25						Формы контроля: практическая работа выполнение олимпиадных заданий; результативность участия на этапах первого, второго, третьего туров олимпиады НТО	

## Условия реализации программы

### Методическое обеспечение программы

Методы обучения, используемые в программе:

- словесные (устное объяснение материала),
- наглядные (презентация),
- лабораторные (обучающиеся выполняют лабораторные задания),
- расчётные (математическая обработка экспериментальных данных),
- визуальные (представление результатов эксперимента в виде таблиц, графиков, схем, диаграмм),
- аналитические.

С целью вовлечения в продуктивную и творческую деятельность обучающихся будут использованы:

- анализ информационных источников (интернет);
- основные методы сбора и обработки данных;
- метод погружения;
- метод исследования;
- опытная работа.

### Материально-техническое обеспечение:

- платформа для проведения вебинаров, с возможностью их записи и размещения;
- чат для коммуникации преподавателей и участников программы в социальной сети;
- платформа для размещения электронных форм тестирования;
- оборудование генетической лаборатории.

Помещение, соответствующее санитарно – гигиеническим нормам и технике безопасности;

1. Столы для обучающихся – 10 штук;
2. Стулья – 20 штук;
3. Стол – тумба – 1 штука;
4. Доска – 1 шт.
5. Шкафы для хранения наглядных пособий, инструментов, оборудования.

### Материально-техническое обеспечение:

- платформа для проведения вебинаров с возможностью их записи и размещения;
- чат для коммуникации преподавателей и участников программы в социальной сети;
- платформа для размещения электронных форм тестирования;
- лекционная аудитория с проектором, интерактивной доской, возможностью выхода в интернет;
- оборудование учебных лабораторий.

### Оборудование

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический	10
2	Стекла покровные	5
3	Стекла предметные	5
4	Чашки Петри	40
5	Набор готовых микропрепаратов	1
6	Пинцет	5
7	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепаратов "Клетки человека"	1
8	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепаратов "Микроскопические организмы"	1

### Информационное обеспечение:

- Образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета – <https://talents.surgu.ru/>
- Сайт Регионального модельного центра дополнительного образования детей - <http://argo.surgu.ru/>

## Программное обеспечение

Название	Ссылка	Требуется регистрация на сайте и подтверждение регистрации через электронную почту
Онлайн пакет офисных продуктов	<a href="https://docs.google.com">https://docs.google.com</a>	Требуется регистрация
Онлайн сервис для проведения видеоконференций	<a href="https://telemost.yandex.ru/">https://telemost.yandex.ru/</a>	Требуется регистрация
Ugene	<a href="http://ugene.net">ugene.net</a>	Свободный доступ
Базы данных (NCBI)	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov">www.ncbi.nlm.nih.gov</a>	Свободный доступ
Электронно-образовательные ресурсы		
<p>1. Образовательная платформа «Таланты 2030»</p> <p>2. Электронная библиотека</p> <p>3. Сайт предназначен для всех, кто интересуется эволюцией.</p> <p>4. Самая полная и постоянно пополняемая электронная биологическая библиотека с прямыми ссылками.</p> <p>5. Курс «Молекулярная биология и генетика»</p> <p>6. Курс «Биотехнологии: генная инженерия»</p> <p>7. Курс «ГМО: технологии создания и применение»</p> <p>8. Подкаст UGENE (серия обучающих англоязычных видеоматериалов)</p>	<p>1. <a href="https://talents.surgu.ru/">https://talents.surgu.ru/</a></p> <p>2. <a href="http://zoometod.ru">http://zoometod.ru</a></p> <p>3. <a href="http://www.evolbiol.ru/">http://www.evolbiol.ru/</a></p> <p>4. <a href="http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm">ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm</a></p> <p>5. <a href="https://stepik.org/course/70/promo#toc">https://stepik.org/course/70/promo#toc</a></p> <p>6. <a href="https://stepik.org/course/94/promo#toc_">https://stepik.org/course/94/promo#toc_</a></p> <p>7. <a href="https://ru.coursera.org/learn/gmo">https://ru.coursera.org/learn/gmo</a></p> <p>8. <a href="http://ugene.net/ru/podcast_archive.html">http://ugene.net/ru/podcast_archive.html</a></p>	Свободный доступ

## Формы контроля и подведения итогов реализации программы.

В образовательном процессе будут использованы следующие виды и методы контроля успешности освоения обучающимися программы «Олимпиада НТО. Геномное редактирование»:

**Текущий контроль** с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала, выполнения работ и стимулирования обучающихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала педагог обращается к обучающимся с вопросами и короткими заданиями; в процессе выполнения практических работ педагог контролирует и оценивает выполненные этапы работы, правильность решения задач, контроль владения необходимой терминологией и базовыми основами изучаемых наук может быть осуществлен при помощи тестов.

**Тематический контроль** в виде отработки практических умений использования наборов реактивов разными способами, в разных сочетаниях с обеспечением требований безопасности. Умения работать на современном молекулярно-биологическом оборудовании оценивается при выполнении практических заданий.

Результатом освоения программы модулей будет осуществление анализа, обработки полученных результатов при помощи прикладных программ и их интерпретации.

## Промежуточная аттестация

проводится в конце первого полугодия, в форме практической работы выполнения олимпиадных заданий.

**Итоговая аттестация** проводится в конце года.

Итоговая аттестация в виде выполнения олимпиадных заданий прошлых лет и участие в текущей олимпиаде, результативность участия на этапах первого, второго, третьего туров олимпиады НТО профиль «Геномное редактирование».

Сроки и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации определяются согласно Положения о формах, периодичности, порядке текущего контроля и промежуточной (итоговой) аттестации, обучающихся по дополнительным общеобразовательным (общеразвивающим) программам МБОУ Сургутского естественно-научного лицея.

Обратная связь с обучающимся осуществляется в индивидуальном порядке, самостоятельная работа и взаимодействие с педагогом осуществляется очно на консультации или в электронной образовательной среде.

**Критерии оценивания индивидуальных достижений учащихся.**

**Пакет диагностических методик**

#### Примерное содержательное описание каждого критерия

Уровни освоения программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков во время соревнований.
Средний уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности.
Низкий уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Для педагога:

1. Алферова, Г. А. Генетика: учебник для вузов/ Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова; под редакцией Г. А. Алферовой. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 200 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490670> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. Коничев, А.С. Молекулярная биология: учебник для студ. пед. вузов / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. - 2-е изд., испр.-М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 400с.

3. Молекулярная биология. Практикум.: учебное пособие для вузов/А.С.Коничев[и др.]; под редакцией А.С.Коничева. -2-е изд.-Москва.:Издательство Юрайт, 2021.-169с.

##### Для учащихся:

1. Генетика. Словарь основных терминов и понятий: словарь / составители С. Н. Кузнецова [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – Тверь: Тверская ГСХА, 2020. – 102 с. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/146942> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

2. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология: научно-теоретический журнал / учредитель: Институт молекулярной генетики РАН. М.: Медицина, 1994-1995, 2001- . Т. 38, № 1-4. 2020.

3. Синюшин, А. А. Решение задач по генетике / А. А. Синюшин. — Москва: Лаборатория знаний, 2019. — 154 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89223.html> (дата обращения: 03.12.2024). — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

#### **ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

1. Генетика: каталог ресурсов. - Текст: электронный // Лекториум: бесплатный онлайн-курс “Генетика”. - 2009-2022. - URL: <https://www.lectorium.tv/genetics> (дата обращения: 03.12.2024).

2. Голосова, О. Полимеразная цепная реакция: видеолекция / Ольга Голосова. - Текст: электронный. - URL: <https://youtu.be/kc6DakXUtUU> (дата обращения: 03.12.2024).

3. Голосова, О. Секвенограммы / Ольга Голосова. - Текст: электронный. - URL: <https://youtu.be/1MLPqFIVPFM> (дата обращения: 03.12.2024).

4. Дымщиц, Г.М. Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций: учебное пособие / Г.М. Дымщиц, О.В. Саблина.- Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2018.-180с.-Текст: электронный//Цифровой образовательный ресурс IPR SMART:[сайт].-URL: <https://www.iprbookshop.ru/93471.html> (дата обращения: 03.12.2024).-Режим доступа: для авторизованных пользователей.

5. Кузнецов, В. В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / Кузнецов В. В., Ралдугина Г. Н., Кузнецов В. В. - Текст: электронный // Портал РФФИ [сайт]. - URL: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_1781847](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1781847) (дата обращения: 03.12.2024).

6. Немудрый А. А., Валетдинова К. Р., Медведев С. П., Закиян С. М. Системы редактирования геномов TALEN и CRISPR/Cas – инструменты открытий. - Текст [Электронный ресурс]: Журнал Acta Naturae: официальный сайт. - Режим доступа: URL: <https://actanaturae.ru/2075-8251/index> (дата обращения: 03.12.2024).

7. Оберемок, В. В. К применению ПЦР-метода: метод. рек. / В. В. Оберемок. - Текст: электронный // Cyberpedia: информ. ресурс. - 2017-2022. - URL: <https://cyberpedia.su/2x6e17.html> (дата обращения: 03.12.2024).

8. Осипова, Л.А. Генетика в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов/ Л.А.Осипова.– 2-е изд., испр. и доп.– Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 243с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490838> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Осипова, Л.А. Генетика. В 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов/ Л.А.Осипова.– 2-е изд., испр. и доп.– Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 251с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491746> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

10. Северинов, К. Редактирование генома с CRISPR/Cas9 / Константин Северинов. - Текст: электронный // Пост Наука : [сайт]. - 2012-2022. - URL: <https://postnauka.ru/faq/59807>

11. Тикунов, А. Полимеразная цепная реакция: видеолекция / Артем Тикунов. - Текст: электронный. -URL: <https://youtu.be/V2qm9jTNRKI> (дата обращения: 03.12.2024)

12. Шаг 7. 2.4 Вариации ПЦР: [видеоурок]. - Текст: электронный // Stepik [сайт]. - 2013-2022. - URL: <https://stepik.org/lesson/13696/step/7> (дата обращения: 03.12.2024)

13. 12 методов в картинках: секвенирование нуклеиновых кислот / А. Недолужко, О. Пташник, А. Чугунов, А. Панов. - Текст: электронный // Биомолекула [сайт]. - 2007-2022. - URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-sekvenirovanie-nukleinovyykh-kislot> (дата обращения: 03.12.2024).

14. 12 методов в картинках: геновая инженерия. Часть I, историческая / О. Волкова, О. Пташник, А. Чугунов, А. Панов. - Текст: электронный // Биомолекула [сайт]. - 2007-2022. - URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaja?ysclid=16d9rebws9167381293> (дата обращения: 03.12.2024).

15. 12 методов в картинках: полимеразная цепная реакция / А. Панов, О. Пташник, А. Чугунов, О. Волкова. - Текст: электронный // Биомолекула [сайт]. - 2007-2022. -URL: <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaya-reaktsiia> (дата обращения: 03.12.2024).

16. Unipro UGENE podcast #52: The Sanger Reads Editor in UGENE 1.27: Video blog. - Text: English. - URL: <https://www.youtube.com/watch?v=IDovNM1oZEw> (date of application: 03.12.2024).