МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Департамент образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа-Югры

Комитет по образованию администрации Ханты-Мансийского района

МКОУ ХМР "СОШ с. Селиярово"

УТВЕРЖДЕНА
Директор
_____Ернова И.П.
Приказ № 219-0 от
«18» августа 2025 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Молекулярные основы редактирования генома:
от химии до вирусологии»,
Направленность: естественно-научная
Уровень освоения программы: углубленный (продвинутый)
Возраст учащихся: 14-16 лет (9-11 классы), 2-ой год обучения
Срок реализации: 1 год
Объем 72 академических час

1.Пояснительная записка

1.1. Актуальность программы

Программа напрямую связана с одной из сквозных технологий Стратегии научно-технологического развития РФ использованием генетических данных и технологий. Развитие биотехнологий и, в частности, геномного редактирования определено в качестве приоритетного направления для обеспечения технологического суверенитета и национальной безопасности страны. Технологии геномного редактирования находятся на острие научного прогресса и формируют новый технологический уклад в биомедицине, сельском хозяйстве и промышленных биотехнологиях.

Специалисты в области генетических технологий и геномного редактирования относятся к профессиям будущего. Программа позволяет школьникам познакомиться с передовым направлением науки и определить свою профессиональную траекторию в перспективной области.

Геномное редактирование как одно из прорывных научных направлений привлекает внимание мотивированных школьников, ориентированных на построение успешной карьеры в наукоемких отраслях. Участие в профиле «Геномное редактирование» Национальной технологической олимпиады открывает дополнительные возможности для поступления в ведущие университеты страны на льготных условиях.

Программа кружка находится на стыке биологии, генетики, информатики и инженерии и способствует формированию у учащихся междисциплинарного мышления - ключевого навыка для решения комплексных задач современного мира. Интеграция «мокрой биологии» и биоинформатики отражает реальную практику работы современных биотехнологических лабораторий.

Программа целенаправленно развивает ключевые компетенции, необходимые для успешной самореализации в современном мире: проектное и критическое мышление, командная работа, исследовательские навыки.

1.2. Цель программы

Создание условий для углубленного освоения школьниками современных методов геномного редактирования и развития практических навыков в области молекулярной биологии и биоинформатики, успешного участия в Национальной технологической олимпиаде и профессионального самоопределения.

Задачи программы

- формирование способности планировать, проводить и интерпретировать эксперименты по геномному редактированию с использованием современных молекулярно-биологических и биоинформатических методов;
- подготовка к решению задач финального этапа Национальной технологической олимпиады по профилю «Геномное редактирование»;
- содействие профессиональному самоопределению школьников в области биотехнологий и генетической инженерии.

1.3. Отличительные особенности программы

1. Адаптация передовых научных методов для школьного уровня программа делает доступными для учащихся 8-9 классов современные технологии и методы, которые обычно изучаются только в вузах или применяются в научно-исследовательских лабораториях (ПЦР, электрофорез, секвенирование, CRlSPR/Cas системы). Сложные научные концепции адаптированы через понятные аналогии, визуализацию и пошаговые инструкции.

2. Междисциплинарный интегративный подход - программа объединяет молекулярную биологию, генетику, химию, биоинформатику и программирование, что отражает реальную научную практику.

з. Сбалансированное сочетание теории и практики в логике научного исследования теоретические блоки непосредственно подкрепляются практическими работами, моделирующими реальный процесс научного исследования, а последовательность модулей отражает логику научного познания.

4. Практико-ориентированность с фокусом на реальные научные задачи - программа ориентирована на решение аутентичных исследовательских задач, таких как идентификация генетических последовательностей, определение эффективности геномного редактирования.

5. Модульная структура с четкой таксономией образовательных результатов - каждый модуль имеет четко обозначенные содержание, формирующие оценочные мероприятия и ожидаемые результаты обучения, что позволяет отслеживать прогресс учащихся и обеспечивать дифференцированный подход.

б. Целенаправленная подготовка к Национальной технологической олимпиаде - программа специально разработана для подготовки учащихся к профилю «Геномное редактирование» НТО, при этом не сводится к «натаскиванию», а формирует фундаментальное понимание принципов и методов геномного редактирования.

7. Развитие soft skills через проекты программа целенаправленно развивает мягкие навыки через работу в исследовательских группах, презентацию результатов, планирование проектов и критический анализ научной информации.

1.4. Адресат программы

Программа предназначена для реализации в кружке, открытого на ьазе МКОУ ХМР «СОШ с. Селиярово»

Программа разработана для обучающихся в возрасте 15-16 лет (9-11 классы), завершивших обучение по программе 1 года обучения.

Наполняемость групп для занятий в школьном кружке - 10 человек.

1.5. Срок освоения программы и ее объем

Программа рассчитана на 72 академических часа на протяжении первого полугодия 2025-2026 учебного года, в том числе 30 часов на базе Сургутского государственного университета (для участников, прошедших конкурсный отбор и ориентированных на участие в профиле «Геномное редактирование» Национальной технологической олимпиады).

1.6. Форма и режим занятий Занятия проводятся:

- по программе базового кружка в очном/онлайн формате -4 академических часа в неделю;
- по программе образовательных интенсивов в очном формате - 6-8 акад. часов в день в течение 5 дней.

В каникулярные периоды занятия могут проводиться в базовом кружке в формате образовательного интенсива/хакатона.

Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (15-25 человек), малыми группами (4-6 человек) и индивидуально в формате консультаций при подготовке к участию в нто.

1.7. Уровень освоения программы: углубленный (продвинутый)

1.8. Планируемые результаты

Предметные результаты 2-го года обучения

1 . Объяснять химические основы функционирования биологических молекул, включая буферные растворы, полимеры и реакции, используемые в методах молекулярной биологии. (Уровень: применение)

2. Анализировать структурно-функциональные взаимосвязи биомолекул (белки, нуклеиновые кислоты, ферменты) в контексте процессов геномного редактирования. (Уровень: анализ)

3. Анализировать механизмы репликации, транскрипции, трансляции и регуляции экспрессии генов при исследовании структуры и функционирования геномов прокариот и эукариот. (Уровень: анализ)

4. Анализировать возможности применения вирусных и микробиологических систем для решения задач биотехнологии и генной инженерии. (Уровень: анализ)

5. Выполнять базовые методы молекулярной диагностики (выделение ДНК, ПЦР, электрофорез, секвенирование) для решения практических задач генетического анализа. (Уровень: применение)

б. Анализировать принципы работы систем геномного редактирования (CRlSPR/Cas и других инструментов) при моделировании решения конкретных биотехнологических задач. (Уровень: анализ)

7. Применять основные конструкции языка Python для анализа биологических последовательностей и решения простых задач биоинформатики. (Уровень: применение)

8. Анализировать возможности применения биотехнологических методов и подходов для решения практических задач в медицине, сельском хозяйстве и промышленности. (Уровень: анализ)

Метапредметные результаты 2-го года обучения

Познавательные

1 . Анализировать механизмы работы систем геномного редактирования

2. Интегрировать знания из различных научных областей (биологии, химии, информатики) для решения КОМПЛЕКСНЫХ задач геномного редактирования

3. Оценивать применимость различных методов для анализа результатов геномного редактирования

Регулятивные

1 . Разрабатывать план эксперимента по геномному редактированию с учетом имеющихся ресурсов и ограничений

2. Управлять собственной познавательной деятельностью при изучении сложных молекулярно-биологических процессов

3. Осуществлять самоконтроль и взаимоконтроль при проведении лабораторных работ по молекулярной диагностике

4. Прогнозировать результаты эксперимента по редактированию генома на основе теоретических знаний

5. Корректировать стратегию решения задач по биоинформатике при получении новых данных

Коммуникативные

1 . Представлять результаты исследований в области геномного редактирования в формате научного доклада

2. Аргументированно обсуждать этические аспекты применения технологий геномного редактирования

3. организовывать продуктивное взаимодействие в проектной группе при решении комплексных биотехнологических задач

4. Вести научную дискуссию с использованием специализированной терминологии геномного редактирования

5. Составлять отчеты о проведенных экспериментах в соответствии с требованиями научного стиля

Работа с информацией

1 . Осуществлять поиск и анализ научной информации о новейших достижениях в области геномного редактирования

2. Визуализировать результаты биоинформатического анализа с помощью специализированных программных средств

3. Интерпретировать данные секвенирования и рестрикционного анализа для оценки эффективности геномного редактирования

4. Критически оценивать научные публикации в области геномного редактирования

Личностные результаты 2-го года обучения

1. Ценностно-смысловые ориентации
   - Оценивать этические аспекты применения технологий геномного редактирования
   - Формулировать собственную позицию относительно возможностей и рисков редактирования генома
2. Профессиональное самоопределение
   - Формулировать жизненные планы, связанные с возможным профессиональным развитием в области биотехнологий
   - Соотносить свои способности и интересы с требованиями профессий в сфере геномного редактирования

3. Научно-исследовательская позиция
   - Проявлять критическое мышление при анализе научной информации о геномном редактировании
   - Принимать ответственность за качество и достоверность получаемых экспериментальных данных

4. Социальная ответственность
   - Объяснять связь между развитием технологий геномного редактирования и решением общественно значимых проблем
   - Проявлять восприимчивость к проблемам, которые могут быть решены с помощью биотехнологий

5. Саморазвитие и самообразование
   - Проявлять инициативу в поиске дополнительной информации о современных достижениях в области геномного редактирования
   - Оценивать собственный прогресс в освоении программы и планировать дальнейшее развитие своих компетенций

б. Коллаборативные навыки
   - Демонстрировать готовность к продуктивной командной работе при решении КОМПЛеКСНЫХ задач
   - Принимать ответственность за общий результат в коллективных проектах по геномному редактированию

7. Коммуникативная компетентность

- Проявлять уважительное отношение к оппонентам в научных дискуссиях
- Корректно использовать научную терминологию при обсуждении вопросов геномного редактирования

8. Экологическое мышление
   - Оценивать потенциальные экологические последствия применения технологий геномного редактирования
   - Формулировать экологически ответственный подход к применению методов генетической модификации

1.9. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

текущий контроль

1) Лабораторные практикумы с ведением лабораторного журнала с подробной документацией всех экспериментов
2) Биоинформатические задания
3) Тематические тесты по модулям с автоматизированной проверкой с мгновенной обратной связью
4) Интерактивные семинары с анализом кейсов применения геномного редактирования в медицине и сельском хозяйстве, обсуждением актуальных научных публикаций в области геномного редактирования

Промежуточный контроль

1) Исследовательские мини-проекты с планированием и проведением экспериментов по геномному редактированию модельного гена
2) Хакатоны по решению биоинформатических задач

Итоговый контроль

1) Комплексный проект по геномному редактированию
2) Имитационная олимпиада по формату НТО:
3) Результативность участия в НТО:
4) Итоговая научно-практическая конференция:
5) Защита электронного портфолио с представлением накопленных за два года обучения материалов

2. Структура, содержание и график реализации программы

2.1. Учебный план базового кружка «Геномное редактирование»

п/п	Название модуля	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
	Раздел 1 «Молекулярные основы редактирования генома: от химии до ви сологии», «			72	
	Вводный модуль. Решение задач отборочных туров		8	8	Решение задач

п/п	Название модуля	количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
2	Модуль «Химия для молекулярной биологии»		10	16	Лабораторные работы, тестирование, решение задач
3	Модуль «Биохимия для геномного редактирования»		10	16	Лабораторные работы, тестирование, решение задач
4	Модуль «Молекулярная биология»	6	10	16	лабораторный практикум, тестирование, анализ научных публикаций
5	Модуль «Программирование на Python для биоинформатики (продвинутый уровень)»		10	16	Создание программ для анализа биологических данных, работа с библиотеками
	Раздел 2 «Практикум по геномному редактированию: от диагностики к инжене ии биосистем			72	
б	Модуль ”Введение в геномное редактирование“	6	8	14	Решение задач, моделирующих финальный этап НТО
7	Модуль «Методы молекулярной диагностики»	8	14	22	Лабораторный практикум, оформление отчетов, интерпретация без результатов

8	Модуль «инженерная вирусология и микробиология»	6	10	16	Лабораторные работы, анализ кейсов, групповые проекты
9	Модуль «Прикладная биотехнология»	6	10	16	Групповые проекты, анализ кейсов, презентации
10	Кон е еНЦИЯ к ужков НТО		4	4	Презентация проектов

2.2. Календарный учебный график базового кружка «Геномное редактирование»

	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 ч. г.
	1 полугодие		
1	Вводный модуль. Решение задач отборочных ов нто	8	2.09.2025 - 14.09.2025
2	Мо ль «химия для молек ля ной биологии»	16	15.09.2025 - 06.10.2025
3	Модуль «Биохимия для геномного едакти ования»	16	07.10.2025 - 29.10.2025
4	Мо ль «Моле ля ная биология»	16	30.10.2025 - 25.11.2025
	Об азовательный интенсив в С ГУ		13.10.2025-18.10.2025
	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 ч. г.
5	Модуль «Программирование на Python для биоин о матики (п одвин ый овень)»	16	26.11.2025-28.12.2025
	2 пол годие		
6	Мо ль «Введение в геномное едакти ование»	14	12.01.2026 - 07.02.2026
7	Модуль «Методы молек ля ной диагностики»	22	09.02.2026 - 14.03.2026
8	Модуль «Инженерная вирусология и МИК ОбИОЛОГИЯ>>	16	16.03.2026 - 11.04.2026
9	Мо ль «П икладная биотехнология»	16	13.04.24- 10.05.26
10	Кон е енция к жков НТО	4	1 1.05.26 - 25.05.26
	итого	174	

3. Организационно-педагогические условия реализации программы

3.1. Структура программы и необходимое оборудование

	Модуль	Часы	К аткое содержание	Обо удование
1	Вводный модуль. Решение задач отбо очного а НТО	8	Решение задач отборочного тура НТО	Компьютеры, проектор

2	Модуль «Химия для молекулярной биологии»	16	Буферы, методы разделения веществ, термодинамика, ди ИЯ и осмос	Лаборатория «Физиология астений»
3	Модуль «Биохимия для геномного редактирования»	16	Структура и функции белков, ферменты, химические особенности нуклеиновых кислот, электростатические взаимодействия	Лаборатория «Физиология растений»
4	Модуль «Молекулярная биология»	16	Структура генома, репликация ДНК, транскрипция и процессинг, трансляция, е ляция эксп ессии генов	Лаборатория «Молекулярная биология»
5	Модуль «программирование на Python для биоинформатики (п одвин ый овень)»	16	Библиотека Biopython, анализ ДНК-последовательностей, работа с Pandas, визуализация №ННЫХ, работа с базами №ННЫХ	Компьютеры, ПО Python
б	Модуль «Введение в геномное едакти ование»	14	Решение задач, моделирующих финальный этап НТО	Компьютер, проектор.
7	Модуль «Методы молекулярной диагностики»	22	Продвинутые методы ПЦР, секвенирование ДНК, молекулярное клонирование, гиб идизация	Лаборатория «Молекулярная биология»
8	Модуль «Инженерная вирусология и микробиология»	16	Строение и репликация вирусов, взаимодействие с клеткойхозяином, вирусы как инструменты, системы CRlSPR как защита	Лаборатория «Микроскопия»
	мод ль	часы	К аткое соде жание	Обо дование
9	Прикладная биотехнология	16	Генная терапия, сельскохозяйственная, медицинская и промышленная биотехнология	Лаборатория «Молекулярная биология»
10	Конференция кружков	4	Представление проектов и ез льтатов исследований	Проектор, компьюте ы
11	Образовательный интенсив в Сургу	30	Продвинутые методы биоинформатики, практикум по геномном едакти ованию	Лаборатории университета
	итого	174		

3.2. Инфраструктурный лист базового кружка: оборудование и расходные материалы

п/п	Наименование позиции	Кол-во	Характеристики
Лаборатория «Микроскопия»			
1	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический	5	Микроскоп
			Объективы: 4х, 10х и 40х
			Окуляр WF1 ох
			Линза Барлоу 2х
			Предметный столик с зажимами
			Диск с диафрагмами
			Конденсор
			Встроенные нижний и верхний осветители на светодиодах
			Сетевой адаптер (питание 220 В, 50 Гц)
2	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический с камерой для преподавателя	1	Увеличение, крат 40х - 1000х
			Визуальная насадка
			Бинокулярная с вертикальным фото/видео тубусом для установки цифровой камеры с фиксированным светоделением 50/50 (тринокуляр)
			Осветительная система Современный светодиодный осветитель с функцией регулировки уровня яркости
			Методы исследования Светлое поле,
			Объективы-ахроматы 4х, 1 ох, 40х, 100х МИ
			Окуляры широкопольные 1 ох
з	Стекла покровные	5	21 хи мм
4	Стекла предметные	5	26х76х2 мм
5	Чашки Петри	50	100*20 мм
6	Набор готовых микропрепаратов	1	Руководство
			12 чистых предметных стекол
			20 чистых покровных стекол
			80 готовых микропрепаратов

п/п	Наименование позиции	Кол-во	характеристики
7	Пинцет	5	
8	Набор реагентов, расходных материалов и методических	2	1) Краситель - не менее 100 мг;
			2) Инструмент для отбора пробы (одноразовый) - не менее 25 штук;
			3) Предметные стекла - не менее 30 штук;

	рекомендаций для изготовления микропрепаратов «Клетки человека»		4) Покровные стекла - не менее 45 штук;
			5) Фильтровальная бумага - не менее 20 листов;
			б) Препаровальная игла - не менее 5 штук;
			7) дозирующая емкость - не менее 5 штук;
			8) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 60 штук;
			9) Методическое пособие - не более 5 штук;
9	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепаратов «Микроскопические организмы»	1	1) Образец для приготовления микропрепаратов одноклеточных грибов - не менее 5 паковок;
			2) Образец для приготовления микропрепаратов членистоногих - не менее 2 паковки;
			З) Вспомогательный компонент для создания микропрепаратов - не менее 100 г.;
			4) Предметные стекла - не менее 60 штук;
			5) Покровные стекла - не менее 90 штук;
			б) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 90 штук;
			7) Препаровальная игла - не менее 5 штук;
			8) Пинцет - не менее 5 штук;
			9) Чашки Петри - не менее 10 штук;
			10) Дозирующая емкость - не менее 5 штук;
			11) Фильтровальная бумага - не менее 20 листов;
			12) Методическое пособие - не более 5 штук;
10	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепаратов «Органы растений»	2	1) Образец для создания микропрепаратов оболочки клетки коры дерева - не менее 1 шт;
			2) Вспомогательный компонент для создания микропрепаратов - не менее 20 г.;
			З) Скальпель - не менее 1 шт;
			4) Пинцет - не менее 5 штук;
			5) Предметные стекла - не менее 60 штук;
			б) Покровные стекла - не менее 90 штук;
			7) Фильтровальная бумага - не менее 20 листов;
			8) Препаровальная игла - не менее 5 штук;
			9) Дозирующая емкость - не менее 5 штук;
			1 0) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 90 штук;

п/п	Наименование позиции	Кол-во	Характеристики
			1 1) Пробирка пластиковая 1,5 мл- не менее 30 штук;

			12) Чашки Петри - не менее 10 штук;
			13) Методическое пособие - не более 5 штук;
11	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепаратов «Почвенные организмы»	1	1) Инструмент для отбора пробы (многоразовый) - не менее 5 штук;
			2) Предметные стекла - не менее 30 штук;
			3) Покровные стекла - не менее 45 штук;
			4) Фильтровальная бумага - не менее 20 листов;
			5) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 40 штук;
			б) Пробирка пластиковая 1,5 мл - не менее 40 штук;
			7) Методическое пособие - не более 5 штук;
Лаборатория «Физиология растений»			
1	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для ТСХ «Активность ферментов»	3	1) Комплект элюентов и пластин для проведения тонкослойной хроматографии - не менее 5 комплектов;
			2) Анализируемый раствор - не менее 5 флаконов;
			3) Сухой образец для анализа - не менее 1 упаковки;
			4) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 60 штук;
			5) Пробирки 1,5 мл - не менее 50 штук;
			б) Вспомогательный инструмент для гомогенизации образцов - не менее 5 штук;
			7) Методическое пособие - не менее 5 штук;
2	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для ТСХ «Определение пигментов»	3	1) Комплект элюентов и пластин для проведения тонкослойной хроматографии - не менее 5 комплектов;
			2) Набор веществ для приготовления окрашивающего агента - не менее 5 комплектов;
			3) Набор реактивов для проведения ферментативных реакций - не менее 5 комплектов;
			4) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 100 штук;
			5) Пробирки 1,5 мл - не менее 50 штук;
			б) Методическое пособие - не менее 5 штук;
3	Стакан В-1-1000	20	
4	колба кн-1-100-29/32	20	
5	дозатор переменного объема 10-100 мкл	5	

п/п	Наименование позиции	кол-во	Характеристики
6	Дозатор переменного объема 100-1000 мкл	5	
7	Наконечник д[дозаторов тип Универсальный с фильтром, с фаской,100-1000 мкл, синий, уп.500 шт	4	
8	Наконечник д/дозаторов тип Универсальный с фильтром 2-200 мкл, жёлтый, уп. 1000 шт	4	
9	Пластины для ТСХ, 50 шт/уп	3	
10	Цилиндр мерный 50 мл	20	
Лаборатория «Молекулярная биология»			
1	Амплификатор	1	Реакционный алюминиевый блок —16 по 0,2 мл;
			диапазон регулирования температуры термоблока ,^{o} с — 10-99;
			высокая однородность температуры термоблока достигается за счет его небольшого размера и единственного элемента Пельтье;
			максимальная скорость нагрева ^{O} С/сек — 2;
			скорость охлаждения от 96 до 60 ^{o} с, ^{0}СК — примерно 1;
			скорость полного охлаждения от 96 до 10 ^{o}с, мин — 3;
			точность регулирования температуры:
			± 0,1 ^{o}с (В диапазоне 20-50 ^{o}с);
			± 0,5^{0}С (в диапазоне 50-80 ^{o}с);
			± 0,75^{0}С (в диапазоне 80-99 ^{o}с);
			воздушное охлаждение;
			нагреваемая крышка с регулировкой высоты, ^{o}с — 50-120;
			встроенная память на 30 программ по 9 стадий;
			дисплей — цветной 1,8”;

			мощность, Вт — 16;
			габариты, ш х г х В, мм — 160 х 100 х 114;
			вес, кг
2	Источник питания для электрофореза	1	выходное напряжение, В от 5 до 400
			Выходной ток, мА от 5 до 400

п/п	Наименование позиции	Кол-во	Характеристики
			Выходная мощность, Вт до 80
			Система защиты От короткого замыкания, разрыва цепи, утечки на землю, внезапного изменения нагрузки
			Таймер от 1 мин до 16 ч
			Количество независимых выходов 2
			вес, кг 0,85
			Габариты, мм 120 х 60 х 180
з	Камера для электрофореза	1	Размеры геля, мм 120 х 170
			Количество образцов до 120
			Объем буфера, мл 500
			Габариты, мм 334х 196 х 100
4	Трансиллюминатор	1	Длина волны проходящего света, нм 470
			Размер экрана, мм 200 х 200
			Режим работы прибора:
			- режим «синей подсветки» для гелей, окрашенных SYBR Green
			- режим «белой подсветки» для гелей, окрашенных серебром (Ag) или Кумасси
			Мощность прибора:
			- синий свет 25 Вт
			- белый свет 20 Вт
			Вес прибора, кг З
5	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для проведения ПЦР «Определение резусфактора».	1	1) набор для выделения ДНК - не менее 5 упаковок;
			2) Стерильный зонд-тампон - не менее 20
			3) Набор для проведения ПЦР - не менее 5 шт;
			4) Набор контрольных образцов - не менее 5 шт;
			5) Маркер - не менее 1 упаковки;
			б) Краситель - не менее 1 упаковки;
			7) Агароза - не менее 1 упаковки;

			8) Буферный раствор для агарозы - не менее 1 флакона;
			9) Буферный раствор для электрофореза - не менее 1 флакона;
			10) Наконечники одноразовые для дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 150 штук;
			1 1) Наконечники одноразовые для дозаторов от 100 до 1000 мкл - не менее 50 штук;
			12) Пробирки 1,5 мл - не менее 20 штук;
			13) Пробирки 0,2 мл - не менее 60 штук;
			14) Методическое пособие - не более 5 штук.

п/п	Наименование позиции	Кол-во	Характеристики
б	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для проведения ПЦР «Определение пола человека»	1	1) Набор для выделения ДНК - не менее 5 упаковок;
			2) Стерильный зонд-тампон - не менее 20
			3) Набор для проведения ПЦР - не менее 5 шт;
			4) Набор контрольных образцов — не менее 5 шт;
			5) Маркер - не менее 1 упаковки;
			б) Краситель - не менее 1 упаковки;
			7) Агароза — не менее 1 упаковки;
			8) Буферный раствор для агарозы - не менее 1 флакона;
			9) Буферный раствор для электрофореза - не менее 1 флакона;
			10) Наконечники одноразовые для дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 150 штук;
			11) Наконечники одноразовые для дозаторов от 100 до 1000 мкл - не менее 50 штук;
			12) Пробирки 1,5 мл - не менее 20 штук;
			13) Пробирки 0,2 мл - не менее 30 штук;
			14) Методическое пособие - не более 5 штук.
7	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для проведения ПЦР	1	1) Набор для выделения ДНК - не менее 5 упаковок;
			2) Стерильный зонд-тампон - не менее 20
			3) Набор для проведения ПЦР - не менее 5 шт;

	«Равновесие в популяции»		4) Набор контрольных образцов - не менее 5 шт;
			5) Маркер - не менее 1 упаковки;
			б) Краситель - не менее 1 упаковки;
			7) Агароза - не менее 1 упаковки;
			8) Буферный раствор для агарозы - не менее 1 флакона;
			9) Буферный раствор для электрофореза - не менее 1 флакона;
			10) Наконечники одноразовые для дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 150 штук;
			11) Наконечники одноразовые для дозаторов от 100 до 1000 мкл - не менее 50 штук;
			12) Пробирки 1,5 мл - не менее 20 штук;
			13) Пробирки 0,2 мл - не менее 60 штук;
			14) Методическое.пособие - не более 5 штук
8	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для	1	1) Набор для выделения ДНК - не менее 5 упаковок;
			2) Стерильный ЗОНД-ТтПОН - не менее 20

п/п	Наименование позиции	Кол-во	Характеристики
	проведения гидр «Определение гена метаболизма кофеина»		З) Набор для проведения ПЦР - не менее 5 шт;
			4) Набор контрольных образцов - не менее 5 шт;
			5) Маркер - не менее 1 упаковки;
			б) Краситель - не менее 1 упаковки;
			7) Агароза - не менее 1 упаковки;
			8) Буферный раствор для агарозы - не менее 1 флакона;
			9) Буферный раствор для электрофореза - не менее 1 флакона;
			10) Наконечники одноразовые для дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 150 штук;
			11) Наконечники одноразовые для дозаторов от 100 до 1000 мкл - не менее 50 штук;
			12) Пробирки 1,5 мл - не менее 20 штук;
			13) Пробирки 0,2 мл - не менее 60 штук;
			14) Методическое пособие - не более 5 штук

9	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для проведения ПЦР «Состав злаков в хлебной продукции»	1	1) Набор для выделения ДНК— не менее 5 упаковок;
			2) Стерильный зонд-тампон - не менее 20
			3) Набор для проведения ПЦР - не менее 5 шт;
			4) Набор контрольных образцов - не менее 5 шт;
			5) Маркер - не менее 1 упаковки;
			6) Краситель - не менее 1 упаковки;
			7) Агароза - не менее 1 упаковки;
			8) Буферный раствор для агарозы - не менее 1 флакона;
			9) Буферный раствор для электрофореза - не менее 1 флакона;
			10) Наконечники одноразовые для дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 150 штук;
			1 1) Наконечники одноразовые для дозаторов от 100 до 1000 мкл - не менее 50 штук;
			12) Пробирки 1,5 мл - не менее 20 штук;
			13) Пробирки 0,2 мл - не менее 60 штук;
			14) Методическое пособие - не более 5 штук
10	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для проведения ПЦР «Определение ГМО в продуктах питания»	1	1) Набор для выделения ДНК - не менее 5 упаковок;
			2) Стерильный зонд-тампон - не менее 20 штук;
			3) Набор для проведения ГИДР - не менее 5 шт;
			4) Набор контрольных образцов - не менее 5 шт;
п/п	Наименование позиции	Кол-во	характеристики
			5) Маркер - не менее 1 упаковки;
			6) Краситель - не менее 1 упаковки;
			7) Агароза - не менее 1 упаковки;
			8) Буферный раствор для агарозы - не менее 1 флакона;
			9) Буферный раствор для электрофореза не менее 1 флакона;
			10) Наконечники одноразовые для дозаторов от 2 до 200 мкл - не менее 150 штук;

			11) Наконечники одноразовые для дозаторов от 100 до 1000 мкл - не менее 50
			12) Пробирки 1,5 мл - не менее 20 штук;
			13) Пробирки 0,2 мл - не менее 60 штук;
			14) Методическое пособие - не более 5
11	Микроцентрифугавортекс	1	Максимальная частота вращения 2887 об/мин
			Потребляемая мощность 55 Вт
			вес 1730 г
12	Дозатор 2-200 мкл	1	
13	Наконечник д/дозаторов тип Универсальный с фильтром 2-200 мкл, жёлтый, уп. 1 ООО шт	2	

3.3. Кадровое обеспечение программы

Занятия проводят по программе базового кружка педагоги дополнительного образования, имеющие высшее образование в области биологии и/или химии, прошедшие повышение квалификации по программе дополнительного профессионального образования в организацииразработчике профиля (https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/) и/или в организации, выполняющей функции регионального оператора деятельности технологических кружков (http://argo.surgu.ru/ploshhadka-podgotovki-k-nto/), выданный не позднее трех лет, предшествующих дате реализации программы технологического кружка.

Для проведения занятий по модулю «Программирование на Python для биоинформатики» привлекается педагог дополнительного образования, имеющий высшее образование в области информационных технологий, студенты вузов (начиная с 3-го курса), обучающиеся по направлениям подготовки в области ИТ. В случае отсутствия возможности по привлечения педагогов с указанными компетенциями, занятия ведет педагог - наставник кружка с использованием онлайн-ресурсов на образовательных платформах.

3.4. Информационное обеспечение

- Образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета - https://ta-e—ts.surgu.NL_На платформе

размещены материалы по модулям программы для участников кружков и педагогов.

- Сайт Регионального модельного центра дополнительного образования детей - http://argo.surgu.ru/

На сайте Регионального модельного центра дополнительного образования детей публикуется информация о графике образовательных интенсивов на учебный год, их содержании и правилах конкурсного отбора участников.

3.5. Методическое обеспечение программы

1 . Учебно-методические материалы ● Конспекты занятий с визуальными схемами и иллюстрациями на платформе «Таланты 2030» Сургу

- Рабочие тетради с заданиями разного уровня сложности
- Протоколы лабораторных работ с пошаговыми инструкциями на платформе «Таланты 2030» Сургу
- Глоссарий биологических и химических терминов на платформе «Таланты 2030» сургу
- Справочные материалы по базовым концепциям молекулярной биологии и генетики на сайте Биомолекула
- Материалы для подготовки к НТО и профильным олимпиадам

1.Наглядные пособия

- Модели ДНК, РНК, белков и других биомолекул
- Плакаты и схемы основных биологических процессов (репликация, транскрипция, трансляция)
- Модели хромосом для демонстрации генетических законов

2. Электронные ресурсы

- Презентации к каждому занятию
- Видеоматериалы, демонстрирующие биологические процессы и методики
- Онлайн-тесты для самопроверки

З. Оценочные материалы

- Тестовые задания разного уровня сложности
- Практические задания и кейсы

- Критерии оценки лабораторных работ
- Материалы для промежуточной и итоговой аттестации

3.6. Программное обеспечение

Название	Ссылка	Требуется регистрация на сайте и подтверждение регистрации через элект онн ю поч
Онлайн сервис для проведения видеокон е еНЦИЙ	https://telemost.yandex.ru/	Требуется регистрация
Среда программирования Python и необходимые библиотеки	Python 3 или PyCharm	
U епе	ugene.net	Свободный до п
Базы данных (NCBl)	www.ncbi-nlm.nih.gov	Свободный доступ

3.7. Информационные источники

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Аулова А. В. Геномное редактирование: учебно-методическое пособие. Том 8 / А. В. Аулова А. В. Вихорев, Я. И. Габуров [и др.] / Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8-11 класса «Национальная технологическая олимпиада». - Москва: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2024. - 320 с. - БВГЧ 978-5-00147-598-9.
2. Практическая молекулярная генетика для начинающих: 8-9 классы: учебное пособие / Ю. С. Акульченко, Н. Р. Баттулин, П. М. Бородин [и др.); под редакцией П. М. Бородина и Е. Н. Ворониной. - 3-е изд., стереотипное. –
   Москва: Просвещение, 2023. - 271 с. - (Молодые учёные - школе). - lSBN 9785-09-097482-0.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Биология Campbell. В 3 томах. Том 1. Химия жизни. Клетка. Генетика / Д. Б. Рис, Л. А. Урри, М. Л. кейн [и др.] ; перевод с английского О. В. Аверчевой , К.

А. Андреевой, М. Д. Барановской. - Москва: Диалектика, 2023. - 672 с. - lSBN 978-5-907203-88-4.

2. Биология Campbell. В 3 томах. Том 2. Механизмы эволюции. Эволюция и биоразнообразие. Растительные формы жизни / Д. Б. Рис, Л. А. Урри, М. Л. Кейн [и др.]; под редакцией М. М. ПОЛОВИЦКОЙ, О. Н. Шиловой, Д. М. Мартыновой. - Москва: Диалектика, 2023. - 576 с. - lSBN 978-5-907515-13-0.
3. Биология Campbell. В 3 томах. Том 3. Животные формы жизни и их функционирование. Экология / Д. Б. Рис, Л. А. Урри, М. Л. Кейн [и др.); под редакцией М. М. Половицкой, О. Н. Шиловой, Д. М. Мартыновой. - Москва: Диалектика, 2023. - 575 с. - lSBN 978-5-907705-68-5.
4. синюшин А. А. Решение задач по генетике / А. А. синюшин. - 4-е изд. Москва: Лаборатория знаний, 2024. - 186 с. - (Биология) . - lSBN 978-5-93208400-7.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть 1, историческая / О. Волкова, О. Пташник // Биомолекула: [сайт]. 2007-2025. URL: https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriiachast-i-istoricheskaia?ysdid=16d9rebws9167381293 (дата обращения: 02.07.2025).
2. 12 методов в картинках: полимеразная цепная реакция / А. Панов, О. Пташник Биомолекула: [сайт]. 2007-2022. URL: https://biomolecula.ru/artides/metody-v-ka rtinkakh-polimeraznaia-tsepnaiareaktsiia (дата обращения: 02.07.2025).
3. 12 методов в картинках: секвенирование нуклеиновых кислот / А. Недолужко, О. Пташник Н Биомолекула: [сайт]. 2007-2025. URL: https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-sekvenirovanienukleinovykh-kislot (дата обращения: 02.07.2025).
4. Биоинформатика и геномика: 10 лекций биоинформатика Михаила Гельфанда о технологиях анализа молекулярно-биологических данных // ПостНаука : [сайт). - 2012-2025. - URL: https://postnauka.org/courses/42433 (дата обращения: 02.07.2025).
5. Биология клетки : 10 лекций биолога Евгения Шеваля об устройстве и функционировании самой элементарной живой системы Н Постнаука : [сайт]. 2012-2025. URL: https://postnauka.org/courses/17529 (дата обращения: 02.07.2025).

6. Вариации ПЦР: [видеоурок] // Stepik: [сайт]. 2013-2025. URL: https://stepik.org/lesson/13696/step/7 (дата обращения: 02.07.2025).
7. Гены и стволовые клетки : 6 лекций биолога Сергея Киселева о современных исследованиях в области клеточных технологий // ПостНаука : [сайт]. - 20122025. URL: https://postnauka.org/courses/50118 (дата обращения: 03.07.2025).
8. Мануйлов А. В. Основы химии. Интернет-учебник / А. В. Мануйлов, В. И. Родионов Н Новосибирский государственный университет: [сайт]. - 2025. URL: http://www.hemi.nsu.ru/index.htm (дата обращения: 02.07.2025).
9. Северинов К. Редактирование генома с CRlSPR/Cas9 / К. Северинов // ПостНаука : [сайт]. - 2012-2025. - URL: https://postnauka.org/faq/59807 (дата обращения: 03.07.2025).
10. Структура и функции ДНК 10 лекций биофизика Максима ФранкКаменецкого об особенностях и фундаментальных аспектах дезоксирибонуклеиновой кислоты // ПостНаука : [сайт]. - 2012-2025. - URL: https://postnauka.org/courses/43955 (дата обращения: 03.07.2025).
11. Технология управления свойствами биологических объектов: методы биоинформатики и молекулярной биологии // Vk Видео: социальная сеть. 2021-2025. - URL: https://vkvideo.ru/playlist/-205185234_21 (дата обращения: 02.07.2025).
12. Юшкова А. Генетика / А. Юшкова // Лекториум: [сайт]. - 2012-2025. - URL: https://www.lektorium.tv/genetics (дата обращения: 03.07.2025).