

**Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»**

СОГЛАСОВАНО

Директор РМЦ ДОД

_____/Е.С. Титаренко/

« 16 » августа 20 24 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

_____/Е.В. Коновалова/

« 16 » августа 20 24 г.



**Региональная сетевая
дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Инженерные биологические системы»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 2 года

Объем 520 академических часов

город Сургут, 2024 год

Автор программы:

Самойленко Зоя Анатольевна, к.б.н., доцент, преподаватель кафедры биологии и биотехнологии;

Крайник Виктория Викторовна, к.х.н., старший преподаватель кафедры химии;
Сарапульцева Екатерина Сергеевна, преподаватель кафедры биологии и биотехнологии;

Проворова Олеся Владимировна, старший преподаватель кафедры экологии и биофизики;

Волохова Марина Анатольевна, старший преподаватель кафедры экологии и биофизики;

Мельник Марина Васильевна, лаборант кафедры биологии и биотехнологии.

Согласовано:

Директор Регионального модельного
Центра дополнительного образования
Детей Ханты-Мансийского автономного
округа - Югры

Е.С. Титаренко

Пояснительная записка.

Введение.

Биотехнология — одна из перспективных и стратегически важных областей науки. Она изучает возможности использования живых организмов и продуктов их жизнедеятельности для решения ключевых технологических задач. Уже сегодня с помощью достижений этой науки мы получаем более качественные продукты питания и разрабатываем современные препараты.

В сельском хозяйстве биотехнологии используются в целях повышения производительности и устойчивости сельского хозяйства и позволяют решать проблемы низких урожаев, повышения качества продукции, снижения затрат и вредного воздействия на окружающую среду.

Обучающиеся по программе «Инженерные биологические системы» получают возможность взглянуть на достижения живой природы как на образцы искусных технических решений, использовать полученные знания как обширный материал для инженерного творчества, взглянуть на биохимию растений и животных с позиции исследователей будущего, применив свои познания для конструирования новых живых систем. Участники программы смогут освоить методики культивирования различных организмов, научатся контролировать параметры окружающей среды, получат знания о роли основных групп химических соединений и о их круговоротах, о мерах по обеспечению биологической безопасности, научатся использовать свойства живых организмов для решения технических задач, будут совершенствовать умение работать оборудованием биологической лаборатории, познакомятся с технологиями изготовления защиты окружающей среды, основанных на использовании живых организмов.

Программа способствует профессиональной ориентации обучающихся, что в последующем обеспечит осознанное вовлечение в развитие производства, науки и создание новых технологий

1.1. Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:

- Федеральный закон РФ 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г.
- Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»;
- Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»;
- Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и на перспективу до 2036 года;
- Концепция развития системы дополнительного образования детей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 30 июня 2020 г. № 845/369 «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ» (с изменениями и дополнениями от 11 февраля 2022 года);
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 года № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20».

1.2. **Направленность:** естественнонаучная.

1.3. Актуальность программы:

В условиях исполнения задач по достижению технологического суверенитета одним из наиболее актуальных направлений является подготовка кадров в области биотехнологии, инженерных агробiosистем, когнитивных и нейронаук. Ориентированность программы на подготовку школьников к Национальной технологической олимпиаде (НТО) по профилю «Инженерные биологические системы» является одним из важнейших инструментов в области трансформации образования и профориентации школьников в эти перспективные для страны и региона направления.

1.4. Цель программы

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

Задачи программы:

- сформировать познавательные интересы и мотивы, направленные на изучение естественных наук и приоритетных направлений Национальной технологической инициативы;
- познакомить с основными понятиями агробiotехнологии, методами повышения качества продуктов питания и выращивание органической продукции за счет перехода к высокотехнологичным методам выращивания растений с полным контролированием всех веществ и потоков в системе

(например, гидропонной, аэропонной или аквапонной) и применением систем автоматизации и микробиологического контроля;

- ознакомить с принципами химического анализа растениеводческой продукции, оценки качества продукции;
- научить применять полученные теоретические знания в заданиях НТО;
- сформировать коммуникативные умения, необходимые для участия в НТО и других соревнованиях.

1.5. Отличительная особенность программы:

Главной особенностью программы является глубокая интеграция физико-химических знаний, что позволяет развивать инженерный подход в области биотехнологии, ситифермерства и фитотехнологий.

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

Онлайн-модули программы реализуются с помощью сервиса видеоконференций <https://surgu.ktalk.ru/>. Обучающийся сможет реализовывать свой образовательный процесс в свободном графике, в любое удобное для него время. Модули доступны по приватной ссылке, без регистрации. Обратная связь осуществляется в индивидуальном порядке, самостоятельная работа и взаимодействие с преподавателем осуществляется в электронной образовательной среде.

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.

1.6. Адресат программы:

Программа рассчитана на обучающихся 14-17 лет (8-10 классы), мотивированных на получение повышенных образовательных результатов, участие в конкурсных мероприятиях и планирующих поступление по программам высшего образования естественно-научной и медицинской направленности.

Наполняемость групп в онлайн модулях до 100 человек.

Наполняемость групп на очных занятиях - 15 человек.

1.7. Объем программы: 260 академических часов на протяжении одного учебного года, 520 академических часов на протяжении двух учебных лет.

1.8. Форма и режим занятий:

Занятия проводятся:

- в очном формате, по программе базового кружка – 4 академических часа в неделю;
- в онлайн форматах - 1 раз в неделю по 2-3 академических часа;
- в очном формате, по программе образовательных интенсивов – 8 акад. часов в день.

Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (15 человек), малыми группами (4-6 человек) и индивидуально.

- 1.9. Уровень освоения программы:** разноуровневая.
«Инженерные биологические системы» – базовый уровень.
«Интенсив 1.0» – базовый уровень.
«Информатика: основы Python» – продвинутый уровень.
«Модуль подготовки ко 2 этапу НТО» – продвинутый уровень.
«Интенсив 2.0» - продвинутый уровень.

1.10. Планируемые результаты

Итогом прохождения данной программы для обучающихся 8-11 классов является повышение интереса к школьным предметам через деятельностный подход и погружение в решение реальных практических задач инженерно-биологической направленности, формирование навыков командной работы в рамках успешного прохождения различных этапов Национальной технологической олимпиады.

Предметные результаты

Будут знать:

- основные принципы и механизмы функционирования и создания комплексных инженерных биологических систем;
- основные принципы подбора организмов для совместного выращивания и культивирования;
- современные методы работы с биологическими объектами и их компонентами, подбор биологических объектов в соответствии с целью работы;
- основные способы технико-экономического расчета продукции в инженерно-биологических системах, оценки эффективности работы системы;
- особенности строения растений, животных, микроорганизмов, в т.ч. для задач биотехнологии;
- основы биотехнологии, методы химического анализа.

Будут уметь:

- планировать и проводить биологические эксперименты, работать с биологическими объектами и их компонентами;
- оценивать безопасность и возможные риски проводимых экспериментов;
- создавать комплексные инженерно-биологические системы с применением систем автоматизации и контроля;
- программировать в среде VS Code на языке «Python»;
- решать командные междисциплинарные задания, связанные с инженерными биологическими системами.
- решать типовые задачи разных этапов НТО по биологии, химии;

Будут владеть:

- 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;
- опытом проектирования новых технических устройств и технологических процессов для создания инженерно-биологических систем;

- опытом программирования устройств на микроконтроллерах Ардуино, для автоматизации и контроля параметров в создаваемых инженерно-биологических системах.

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

Будут развиты:

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

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

Будут проявлять

- инициативность, самостоятельность, ответственность;
- внимательность, аккуратность, логическую последовательность в решении задач;
- осознанность, усидчивость, трудолюбие в самостоятельной работе.

1.10. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

В образовательном процессе будут использованы следующие виды и методы контроля успешности освоения обучающимися программы «Инженерные биологические системы»:

- предварительный контроль проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- текущий контроль участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО.
- итоговый контроль участие в итоговом соревновании.

1.11. Система контроля результативности программы

Обратная связь обучающимся осуществляется в общих чатах в социальных сетях, самостоятельная работа и взаимодействие с преподавателем осуществляется в режиме проверки интерактивных форм с заданиями и в электронной образовательной среде.

Образовательные достижения и дальнейшие образовательные намерения анализируются совместно с обучающимися по итогам защиты представленной итоговой работы и завершено индивидуального образовательного маршрута.

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.
-----------------------------------	---

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
1.	Программа базового кружка «Инженерные биологические системы» Модули 1 года обучения				
1.1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой	2		2	Регистрация на сайте НТО https://ntcontest.ru/
1.2	Модуль «Химия»	8	16	24	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
1.3.1	Основные понятия и законы химии	2	4		
1.2.2	Уравнения реакций в неорганической химии	4	6		
1.2.3	Растворы. Свойства растворов	2	6		
1.3	Модуль «Биотехнология»	14	20	34	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
1.3.1	Основные принципы создания инженерных биологических систем	4	4		
1.3.2	Агробиологические системы: сити-фермы (гидропоника, аэропоника, аквапоника и др.)	4	12		
1.3.3	Биотехнология растений	6	4		
1.4.	Модуль «Царство растения»	8	14	22	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО

1.4.1	Анатомия растений		2		
1.4.2	Морфология растений	2	4		
1.4.3	Основы физиологии растений (фотосинтез)	2			
1.4.4	Жизненные циклы высших растений	2	4		
1.4.5	Систематика высших растений	2	4		
1.5.	Модуль «Царство животные»	10	14	24	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
1.5.1	Ткани животных и человека	4	4		
1.5.2	Беспозвоночные животные	4	6		
1.5.3	Анатомия и физиология человека	2	4		
1.6.	Модуль «Общая биология и микробиология»	4	4	8	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
1.6.1	Функционирование биосистем. Структура биосферы. Уровни организации живого. Типы экосистем. Пищевые связи в экосистемах.	2	2		
1.6.2	Основы микробиологии	2	2		
1.7	Модуль «Генетика»	6	14	20	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
1.7.1	Основы генетики	2	4		
1.7.2	Основные молекулярно-генетические процессы	4	10		
1.8	Модуль «Инженерные системы»	4	6	10	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
1.8.1	Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах	4	6		
	Итого	56	88	144	

2.	Региональный компонент программы (вариативные модули) 1 года обучения				
2.1.	Интенсив 1.0	10	30	40	
2.2.	Модуль подготовки ко 2 этапу НТО (онлайн)			36	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
2.3.	Интенсив 2.0	10	30	40	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
	Всего			260	
3.	Программа базового кружка «Инженерные биологические системы» Модули 2 года обучения				
3.1.	Модуль «Химия»	24	48	72	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
3.1.1	Основные понятия и законы химии	-	4		
3.1.2	Растворы. Свойства растворов	4	14		
3.1.3	Уравнения реакций в неорганической химии	4	14		
3.1.4	Основы аналитической химии	6	8		
3.1.5	Основы биохимии	10	8		
3.2.	Модуль «Биотехнология»	10	14	24	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
3.2.1	Агробиологические системы: сити-фермы (гидропоника, аэропоника, аквапоника и др.)	4	10		
3.2.2	Биотехнология растений	6	4		
3.3.	Модуль «Царство растения»	2	6	8	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
3.3.1	Морфология растений	-	2		

3.3.2	Основы физиологии растений (фотосинтез)	2	2		
3.3.3	Систематика высших растений	-	2		
3.4.	Модуль «Царство животные»	4	12	16	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
3.4.1	Позвоночные животные	-	4		
3.4.2	Основы нейрофизиологии	2	4		
3.4.3	Эндокринология	2	4		
3.6	Модуль «Генетика»	4	4	8	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
3.6.1	Основы генетики	4	4		
3.7	Модуль «Инженерные системы»	6	10	16	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
3.7.1	Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах	6	10		
	Итого			144	
4.	Региональный компонент программы (вариативные модули) 2 года обучения				
4.1.	Интенсив 1.0	10	30	40	
4.2.	Модуль подготовки ко 2 этапу НТО (онлайн)			36	
4.3.	Интенсив 2.0	10	30	40	
	Всего			260	

2.2. Календарный учебный график

№п/п	Период реализации 2024-2025 уч. г.	Модуль
1.	Модули 1-го года обучения	
1.1	1.09.24 – 14.10.24	Модуль «Химия»
1.2	14.10.24 – 8.12.24	Модуль «Биотехнология»

1.3	Октябрь 2024	Вариативный модуль базового уровня «Интенсив 1.0»
1.4	ноябрь-декабрь 2024	Вариативный модуль подготовки ко 2 этапу НТО (онлайн)
1.5	8.12.24 – 27.01.25	Модуль «Царство растения»
1.6	27.01.25 – 10.03.25	Модуль «Царство животные»
1.7	10.03.25 – 24.03.25	Модуль «Общая биология и микробиология»
1.8	24.03.25 – 28.04.25	Модуль «Генетика»
1.9	Апрель 2024	Вариативный модуль продвинутого уровня «Интенсив 2.0»
1.10	28.04.25 – 15.05.25	Модуль «Инженерные системы»
2.	Модули 2-го года обучения	
2.1	1.09.25 – 14.10.25	Модуль «Химия»
2.2	14.10.25 – 8.12.25	Модуль «Биотехнология»
2.3	Октябрь 2025	Вариативный модуль продвинутого уровня «Интенсив 2.0»
2.4	ноябрь-декабрь 2025	Вариативный модуль подготовки ко 2 этапу НТО (онлайн)
2.5	8.12.25 – 27.01.26	Модуль «Царство растения»
2.6	27.01.26 – 10.03.26	Модуль «Царство животные»
2.7	10.03.26 – 24.03.26	Модуль «Общая биология и микробиология»
2.8	24.03.26 – 28.04.26	Модуль «Генетика»
2.9	Апрель 2026	Вариативный модуль продвинутого уровня «Интенсив 3.0»
2.10	28.04.26 – 15.05.26	Модуль «Инженерные системы»

3. Организационно-педагогические условия реализации программы

3.1. Материально-техническое обеспечение:

- гидропонные установки лаборатории «Ситифермерство»;
- оборудование химической лаборатории.

3.2. Посуда и оборудование

3.2.1 Оборудование

№	Наименование	Количество, шт
3.	Гидропонная установка с системой подтопления	2
4.	иономер (рН-метр) с комплектом электродов	1
5.	рН-метр портативный	1
6.	весы лабораторные технические для точного взвешивания	1
7.	весы лабораторные аналитические	1
8.	кондуктометр, ЕС-метр портативный	1
9.	лакмусовая бумага (индикаторная)	3
10.	нагревательная плитка	1
11.	световой микроскоп (оптический)	6

12.	микроскоп МБС-10М (бинокулярный, стереоскопический)	6
13.	сушильный шкаф	1
14.	термометры	6
15.	гигрометр психрометрический	2
16.	комплект для программирования ARDUINO	2
17.	ламинарный бокс	1

3.2.2 Посуда

№	Наименование	Количество, шт
18.	колба мерная, 100 мл	30
19.	колба мерная, 200-250 мл	20
20.	колба мерная, 500 мл	10
21.	колба коническая, 100 мл	30
22.	пробирки	100
23.	штатив для пробирок 10 гнезд	20
24.	пипетка градуированная, 10 мл	10
25.	пипетка градуированная, 2 мл	10
26.	пипетка автоматическая, 1-10 мл	5
27.	пипетка Мора, 20 мл	5
28.	пипетка Мора, 25 мл	5
29.	пипетка Мора, 50 мл	5
30.	воронка лабораторная, d 50 мм	20
31.	воронка лабораторная, d 100 мм	5
32.	цилиндр мерный, 50 мл	10
33.	цилиндр мерный, 100 мл	10
34.	бюретка с краном, 25 мл	20
35.	капельница Страшейна, 30 мл	30
36.	стакан химический с градуировкой, 50 мл	20
37.	стакан химический с градуировкой, 100 мл	20
38.	стакан химический с градуировкой, 1000 мл	10
39.	стекла предметные	50
40.	стекла покровные	50
41.	чашки Петри	50

3.3. Кадровое обеспечение программы:

- доцент, кандидат биологических наук;
- доцент, кандидат химических наук;
- специалист, медицинский генетик;
- педагог дополнительного образования, программист;
- педагог;
- психолог;
- воспитатель.

3.4. Информационное обеспечение:

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

- сервис видеоконференций для проведения вебинаров, с возможностью их записи и размещения (<https://surgu.ktalk.ru/>);
- чат для коммуникации преподавателей и участников программы в социальной сети.

3.5. 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.

3.6. Программное обеспечение программы

Название	Ссылка	Требуется регистрация на сайте и подтверждение регистрации через электронную почту
Онлайн сервис для проведения видеоконференций	https://telemost.yandex.ru/	Требуется регистрация
Ugene	ugene.net	Свободный доступ
Базы данных (NCBI)	www.ncbi.nlm.nih.gov	Свободный доступ
Электронно-образовательные ресурсы		
1. Образовательная платформа «Таланты 2030» 2. Курс «Молекулярная биология и генетика» 3. Курс «Биотехнологии: генная инженерия» 4. Сайт о науке «Биомолекула» 5. Сайт о науке «Постнаука» 6. Сайт о науке «Элементы»	1. https://talents.surgu.ru/ 2. https://stepik.org/course/70/promo#toc 3. https://stepik.org/course/94/promo#toc 4. https://biomolecula.ru/ , 5. https://postnauka.org/ 6. https://elementy.ru/	Свободный доступ

3.7. Информационные источники

1. Перечень литературы, использованной при написании программы:

- 1.1. Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. Учеб. Для ВУЗов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 543 с.

- 1.2. Жуйкова Т.В. Ботаника : анатомия и морфология растений. Практикум : учебное пособие для вузов / Т. В. Жуйкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 181 с.
- 1.3. Жохова Е. В. Ботаника : учебное пособие для вузов / Е. В. Жохова, Н. В. Скляревская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 206 с.
- 1.4. Савина О. В. Ботаника: биохимия растений : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. В. Савина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 227 с.
- 1.5. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 161 с.
- 1.6. Панфилова О. Ф. Физиология растений с основами микробиологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / О. Ф. Панфилова, Н. В. Пильщикова. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 183 с.
- 1.7. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 333 с.
- 1.8. Нахаева В. И. Общая генетика. Практический курс : учебное пособие для вузов / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с.
- 1.9. Емцев В. Т. Общая микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 248 с.
- 1.10. Румянцев Д. Анатомия растений. Учебное пособие; Серия · Лесное хозяйство; ISBN · 978-5-507-46589-7; 108 с.
- 1.11. Соколова Т.А, Бочкова И.Ю. Декоративное растениеводство. Цветоводство: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Садово-парковое и ландшафт. Строительство» направления подготовки дипломированных специалистов «Лесное хоз-во и ландшафт. стр-во». — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2010. — 432 с.
- 1.12. Экология и охрана окружающей среды. 2-е издание. Учебник. Авторы: Коробкин В.И., Передельский Л.В. — М.: Кнорус, 2022. — 336 с.
- 1.13. Экология : учебник / А.К. Бродский — М.: КНОРУС, 2023, — 272 с.
- 1.14. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / С. А. Лебедев [и др.] ; под общей редакцией С. А. Лебедева. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 374 с.

2. Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:

- 2.1.1. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / С. А. Лебедев [и др.] ; под общей редакцией С. А. Лебедева. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 374 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02649-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535608> (дата обращения: 14.08.2024).
- 2.1.2. Основы биотехнологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В.

Назаренко. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 384 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16028-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/543829> (дата обращения: 14.08.2024).

2.1.3. Павлова, Е. И. Общая экология : учебник и практикум для вузов / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 167 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16177-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/538288> (дата обращения: 14.08.2024).

2.1.4. Ленивко С.М. Экологическая биотехнология : электронный учеб.-метод. комплекс / С. М. Ленивко ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 144 с.

2.1.5. Материалы заданий Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников «Национальная технологическая олимпиада» по профилю «Инженерные биологические системы». – 2023/24. – 225 с. – URL: <https://ntcontest.ru/docs/7.%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%98%D0%91%D0%A1%2023-24.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).

2.1.6. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебно–практическое пособие / Н.Л. Глинка; под редакцией В.А. Попкова, А.В. Бабкова. – 14-е изд – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 236 с.– (Высшее образование). – ISBN 978–5–9916–8914–4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 104 – URL: <https://urait.ru/bcode/535603/p.104> (дата обращения: 04.05.2024).

2.1.7. Апарнев, А. И. Общая химия. Сборник заданий с примерами решений: учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Л. И. Афолина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024 – 127 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–09072–7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – с. 59 – URL: <https://urait.ru/bcode/538836/p.59> (дата обращения: 04.05.2024).

2.1.8. Обухов Д. К. Биология: клетки и ткани : учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. К. Обухов, В. Н. Кириленкова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 358 с.

2.1.9. Нахаева В. И. Биология: генетика. Практический курс : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с.

2.1.10. Омелянский В. Л. Краткий курс общей и почвенной микробиологии / В. Л. Омелянский. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 173 с.

3. Перечень литературы, рекомендованной родителям:

3.1.1. Горбенко Н. Биотехнология. 10-11 классы: учебное пособие. ФГОС. – М.: Изд-во Просвещение, 2022. – 143 с.

3.1.2. Основы биотехнологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 384 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16028-4. – Текст :

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/543829> (дата обращения: 14.08.2024).

3.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендованных для освоения программы:

3.2.1. <http://school-collection.edu.ru/catalog/> – единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.

3.2.2. <https://stepik.org/course/94/info> – Биотехнология и генная инженерия (Степик).

3.2.3. <https://stepik.org/course/136548/promo> – Химия для всех (Степик).

3.2.4. <https://stepik.org/course/78909/promo> – Базовый курс по биологии (Степик).

3.2.5. <https://www.chem.msu.su/rus/elibrary> – Электронная библиотека учебных материалов по химии.

3.2.6. <http://www.hemi.nsu.ru> – Основы химии. Интернет-учебник.

**Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»**

СОГЛАСОВАНО
Директор РМЦ ДОД
/Е.С. Титаренко/
20 24 г.



**Рабочая программа базового кружка
«Инженерные биологические системы»
(1-й год обучения)**

Возраст обучающихся: 14-15 лет

Срок реализации: 1 год

Объем 144 академических часа

город Сургут, 2024 год

Авторы модуля:

Самойленко Зоя Анатольевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры биологии и биотехнологии;

Крайник Виктория Викторовна, к.х.н., старший преподаватель кафедры химии;

Сарапульцева Екатерина Сергеевна, преподаватель кафедры биологии и биотехнологии;

Проворова Олеся Владимировна, старший преподаватель кафедры экологии и биофизики;

Волохова Марина Анатольевна, старший преподаватель кафедры экологии и биофизики;

Мельник Марина Васильевна, лаборант кафедры биологии и биотехнологии.

Согласовано:

Директор Регионального модельного
центра дополнительного образования
детей Ханты-Мансийского автономного
округа – Югры



Е. С. Титаренко

Пояснительная записка

1. Цель и задачи программы:

Подготовка обучающихся к участию в Национальной технологической олимпиаде по профилю «Инженерные биологические системы», освоение необходимых предметных знаний и вовлечение школьников в работу над технологическими приоритетами Национальной технологической инициативы для личностной самореализации и профессионального самоопределения.

Задачи:

- сформировать познавательные интересы и мотивы, направленные на изучение естественных наук и приоритетных направлений Национальной технологической инициативы;
- познакомить с основными понятиями агробιοтехнологии, методами повышения качества продуктов питания и выращивание органической продукции за счет перехода к высокотехнологичным методам выращивания растений с полным контролированием всех веществ и потоков в системе (например, гидропонной, аэропонной или аквапонной) и применением систем автоматизации и микробиологического контроля;
- ознакомить с принципами химического анализа растениеводческой продукции, оценки качества продукции;
- научить применять полученные теоретические знания в заданиях НТО;
- сформировать коммуникативные умения, необходимые для участия в НТО и других соревнованиях.

Отличительная особенность программы:

Особенностью программы является интеграция физико-химических знаний, что позволяет развивать инженерный подход в области биотехнологии, ситифермерства и фитотехнологий.

Адресат программы:

Программа рассчитана на обучающихся 14-15 лет (8-9 классы), мотивированных на получение повышенных образовательных результатов, участие в конкурсных мероприятиях и планирующих поступление по программам высшего образования естественно-научной и медицинской направленности.

Наполняемость групп - 15-20 человек.

Объем программы: 144 академических часа на протяжении одного учебного года.

Форма и режим занятий:

Занятия проводятся: в очном формате, по программе базового кружка – 4 академических часа в неделю.

Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (15-20 человек), малыми группами (4-6 человек) и индивидуально.

Уровень освоения программы: базовый уровень.

2. Планируемые результаты

Предметные результаты

Будут знать:

- основные принципы и механизмы функционирования и создания комплексных инженерных биологических систем;

- основные принципы подбора организмов для совместного выращивания и культивирования;
- современные методы работы с биологическими объектами и их компонентами, подбор биологических объектов в соответствии с целью работы;
- основные способы технико-экономического расчета продукции в инженерно-биологических системах, оценки эффективности работы системы;
- особенности строения растений, животных, микроорганизмов, в т.ч. для задач биотехнологии;
- основы биотехнологии, методы химического анализа.

Будут уметь:

- планировать и проводить биологические эксперименты, работать с биологическими объектами и их компонентами;
- оценивать безопасность и возможные риски проводимых экспериментов;
- создавать комплексные инженерно-биологические системы с применением систем автоматизации и контроля;
- программировать в среде VS Code на языке «Python»;
- решать командные междисциплинарные задания, связанные с инженерными биологическими системами.
- решать типовые задачи разных этапов НТО по биологии, химии.

Будут владеть:

- 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;
 - опытом проектирования новых технических устройств и технологических процессов для создания инженерно-биологических систем;
- опытом программирования устройств на микроконтроллерах Ардуино, для автоматизации и контроля параметров в создаваемых инженерно-биологических системах.

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

Будут развиты:

- умения формулировать, доказывать или опровергать научные гипотезы в исследовательской деятельности;
- коммуникативные умения, необходимые в командной работе: ясно и кратко выражать свои мысли, задавать уточняющие вопросы, давать обратную связь и адекватно реагировать на конструктивную критику, принимать согласованные командные решения;
- умения обрабатывать полученные данные в исследовательской, проектной и экспериментальной работе, делать обоснованные выводы.

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

Будут проявлять:

- познавательные интересы в изучении естественных наук;
- готовность участия в Национальной технологической олимпиаде;
- осознанность в выборе будущей профессиональной деятельности.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
	Программа базового кружка «Инженерные биологические системы» 1 год обучения				
1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой	2	2		
2	Модуль «Химия»	24	8	16	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
3	Модуль «Биотехнология»	34	14	20	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
4	Модуль «Царство растения»	24	10	14	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
5	Модуль «Царство животные»	24	10	14	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
6	Модуль «Общая биология и микробиология»	8	4	4	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
7	Модуль «Генетика»	20	6	14	Решение олимпиадных заданий первого и второго тура НТО
8	Модуль «Инженерные системы»	10	4	6	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
	Итого	144	56	88	

2.2. Календарный учебный график

№ п/п	Период реализации 2024-2025 уч. г.	Модуль
1	01.09.24 – 14.10.24	Модуль «Химия»
2	14.10.24 – 8.12.24	Модуль «Биотехнология»
3	8.12.24 – 27.01.25	Модуль «Царство растения»
4	27.01.25 – 10.03.25	Модуль «Царство животные»
5	10.03.25 – 24.03.25	Модуль «Общая биология и микробиология»
6	24.03.25 – 28.04.25	Модуль «Генетика»
7	28.04.25 – 15.05.25	Модуль «Инженерные системы»

3. Содержание обучения

Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой

Национальная технологическая олимпиада: концепция, календарь, направления и соревновательные треки. «Инженерные биологические системы»: концепция трека. Профессия ситифермер: основные навыки. Современное фермерство. Профиль НТО «Агробиотехнологии»: компетенции и роли в команде.

Модуль «Химия»

Раздел 1. Основные понятия и законы химии.

Содержание: понятия количество вещества, молярный объем, молярная масса, массовая доля элемента, эквивалент. Закон эквивалентов, газовые законы. Вывод формулы вещества (вывод молекулярной формулы вещества, нахождение молекулярной формулы по известным массовым долям; нахождение молекулярной формулы по известным массам продуктов и реагентов (по продуктам сгорания)).

Раздел 2. Уравнения реакций в неорганической химии.

Содержание: простые и сложные вещества, классы неорганических соединений (классификация, номенклатура, химические свойства). Расчеты по химическим уравнениям (простейшие задачи по уравнениям реакций; с использованием понятия «массовая доля растворённого вещества»; с использованием понятия «массовая доля примесей», с использованием понятий «массовая и объёмная доля выхода продукта реакции», с использованием закона объёмных отношений газов, на «избыток-недостаток»). Тепловой эффект химической реакции.

Раздел 3. Растворы. Свойства растворов.

Содержание: растворы и смеси. Растворимость. Способы выражения концентраций растворов. Приготовление растворов. Коллигативные свойства растворов. Электролитическая диссоциация; слабые и сильные электролиты; pH растворов. Реакции ионного обмена в растворах. Понятие дисперсных систем; коллоидные растворы; строение частиц дисперсной фазы – мицелл.

Модуль «Биотехнология»

Введение в тематику профиля «Инженерные биологические системы». Понятия. Особенности функционирования ИБС. Знакомство с простыми конструкциями ИБС. Агробиологические системы: сити-фермы (гидропоника, аэропоника, аквапоника и др.).

Модуль «Царство растения»

Раздел 1. Анатомия растений.

Содержание: растительные ткани: образовательные, покровные, основные, проводящие, механические, выделительные. Изготовление препаратов меристемы побегов растений. Изготовление препаратов эпидермы, перидермы и коры древесных растений. Изготовление препаратов из проводящих, механических и выделительных тканей растений.

Раздел 2. Морфология растений.

Содержание: органы растений (корень, типы и формы корневых систем). Зоны корня. Первичное и вторичное строение корня. Метаморфозы корней. Строение побега. Микроскопическое строение стебля однодольных и двудольных растений. Строение стебля древесных растений. Метаморфозы побегов. Морфология и видоизменения листа. Строение цветка, формула цветка. Типы соцветий. Морфология плода, классификация плодов. Строение семени однодольных и двудольных растений.

Раздел 3. Основы физиологии растений.

Содержание: Фотосинтез, пигменты фотосинтеза. Фотосистемы I и II. С3, С4 и САМ растения.

Раздел 4. Жизненные циклы высших растений.

Содержание: Жизненные циклы споровых растений (хвощи, плауны, папоротники). Жизненный цикл голосеменных и цветковых растений. Эволюционное происхождение цветка и плода.

Раздел 5. Систематика высших растений.

Содержание: Основные семейства цветковых растений: бобовые, розоцветные, пасленовые, крестоцветные, сложноцветные, злаки, лилейные.

Модуль «Царство животных»

Раздел 1. Ткани животных и человека.

Содержание: Типы клеточной организации: прокариотические и эукариотические клетки. Жизненный цикл клеток. Гаметогенез; мейоз и его биологическое значение. Оплодотворение. Методы изучения клетки: световая и электронная микроскопия; биохимические и иммунологические методы. Обмен веществ в клетке (метаболизм). Строение тканей животных и человека.

Раздел 2. Беспозвоночные животные.

Содержание: Таксоны беспозвоночных животных. Основные ароморфозы типов (подтипов, классов). Эволюция систем органов беспозвоночных животных.

Раздел 3. Анатомия и физиология человека.

Содержание: Строение организма человека. Опорно-двигательная система. Внутренняя среда организма. Кровеносная и лимфатическая система. Дыхание. Пищеварение. Обмен веществ и энергии. Покровные органы. Терморегуляция. Выделение. Анализаторы.

Модуль «Общая биология и микробиология»

Функционирование биосистем. Структура биосферы. Уровни организации живого. Уровни организации живых существ. Типы экосистем. Пищевые связи в

экосистемах. Энергетические потоки в экосистемах. 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*.

Модуль «Генетика»

Раздел 1. Основы генетики.

Содержание: 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.

Раздел 2. Основные молекулярно-генетические процессы.

Содержание: 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.

Модуль «Инженерные системы»

Управление и автоматизация в инженерно-биологических системах.

Практика: Команды микроконтроллера Arduino для включения\выключения оборудования (насоса, светильника, аэратора).

4. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

В образовательном процессе будут использованы следующие виды и методы контроля успешности освоения обучающимися программы:

- предварительный контроль проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- текущий контроль участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО.
- итоговый контроль участие в итоговом соревновании.

Система контроля результативности программы

Обратная связь обучающимся осуществляется в общих чатах в социальных сетях, самостоятельная работа и взаимодействие с преподавателем осуществляется в режиме проверки интерактивных форм с заданиями и в электронной образовательной среде.

Образовательные достижения и дальнейшие образовательные намерения анализируются совместно с обучающимися по итогам защиты представленной итоговой работы и завершено индивидуального образовательного маршрута.

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.

5. Организационно-педагогические условия реализации программы

5.1. 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;
- гидропонные установки лаборатории «Ситифермерство»;
- оборудование химической лаборатории.

5.2. Оборудование

5.2.1. Оборудование

№	Наименование	Количество, шт
1	Гидропонная установка с системой подтопления	2
2	иономер (рН-метр) с комплектом электродов	1
3	весы лабораторные технические для точного взвешивания	1
4	весы лабораторные аналитические	1
5	кондуктометр, ЕС-метр портативный	1
6	рН-метр портативный	1
7	лакмусовая бумага (индикаторная)	3
8	нагревательная плитка	1
9	световой микроскоп (оптический)	6
10	микроскоп МБС-10М (бинокулярный, стереоскопический)	6
11	сушильный шкаф	1
12	термометры	6
13	гигрометр психрометрический	2
14	комплект для программирования ARDUINO	2
15	ламинарный бокс	1

5.2.2 Посуда

№	Наименование	Количество, шт
1.	колба мерная, 100 мл	30
2.	колба мерная, 200-250 мл	20
3.	колба мерная, 500 мл	10
4.	пробирка	100
5.	штатив для пробирок 10 гнезд	20
6.	пипетка градуированная, 10 мл	10
7.	пипетка градуированная, 2 мл	10
8.	пипетка автоматическая, 10 мл	5
9.	воронка лабораторная, d 50 мм	20
10.	воронка лабораторная, d 100 мм	5
11.	цилиндр мерный, 50 мл	10
12.	цилиндр мерный, 100 мл	10
13.	бюретка с краном, 25 мл	20
14.	капельница Страшейна, 30 мл	30
15.	стакан химический с градуировкой, 50 мл	20
16.	стакан химический с градуировкой, 100 мл	20
17.	стакан химический с градуировкой, 1000 мл	10
18.	стекла предметные	50
19.	стекла покровные	50
20.	чашки Петри	50

5.3. Кадровое обеспечение программы:

- педагог дополнительного образования;
- программист.

5.4. Информационное обеспечение:

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

- Образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета – <https://talents.surgu.ru/>

5.5. Методическое обеспечение программы

Методы обучения, используемые в программе:

- словесные (устное объяснение материала),
- наглядные (презентация),
- практические (проектная деятельность, Приложение 3),
- расчётные (математическая обработка экспериментальных данных),
- визуальные (представление результатов эксперимента в виде таблиц, графиков, схем, диаграмм),
- аналитические.

5.6. Программное обеспечение программы

Название	Ссылка	Требуется регистрация на сайте и подтверждение регистрации через электронную почту
Онлайн пакет офисных продуктов	https://docs.google.com	Требуется регистрация
Онлайн сервис для проведения видеоконференций	https://telemost.yandex.ru/	Требуется регистрация
Ugene	ugene.net	Свободный доступ
Базы данных (NCBI)	www.ncbi.nlm.nih.gov	Свободный доступ
Электронно-образовательные ресурсы		
Образовательная платформа «Таланты 2030» 2. Электронная библиотека 3. Сайт предназначен для всех, кто интересуется эволюцией. 4. Самая полная и постоянно пополняемая электронная биологическая библиотека с прямыми ссылками. 5. Курс «Молекулярная биология и генетика»	<ol style="list-style-type: none"> 1. https://talents.surgu.ru/ 2. http://zoometod.ru 3. http://www.evolbiol.ru/ 4. ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm 5. https://stepik.org/course/70/promo#oc 6. https://stepik.org/course/94/promo#oc 7. https://ru.coursera.org/learn/gmo 	Свободный доступ

6. Курс «Биотехнологии: генная инженерия»	http://ugene.net/ru/podcast_archive.html	
7. Курс «ГМО: технологии создания и применение»		
8. Подкаст UGENE (серия обучающихся англоязычных видеоматериалов)		

5.7. Информационные источники

1. Перечень литературы, использованной при написании программы:

- 1.1. Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. Учеб. Для ВУЗов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 543 с.
- 1.2. Жуйкова Т.В. Ботаника : анатомия и морфология растений. Практикум : учебное пособие для вузов / Т. В. Жуйкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 181 с.
- 1.3. Жохова Е. В. Ботаника : учебное пособие для вузов / Е. В. Жохова, Н. В. Складаревская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 206 с.
- 1.4. Савина О. В. Ботаника: биохимия растений : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. В. Савина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 227 с.
- 1.5. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 161 с.
- 1.6. Панфилова О. Ф. Физиология растений с основами микробиологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / О. Ф. Панфилова, Н. В. Пильщикова. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 183 с.
- 1.7. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 333 с.
- 1.8. Нахаева В. И. Общая генетика. Практический курс : учебное пособие для вузов / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с.
- 1.9. Емцев В. Т. Общая микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 248 с.
- 1.10. Румянцев Д. Анатомия растений. Учебное пособие; Серия · Лесное хозяйство; ISBN · 978-5-507-46589-7; 108 с.
- 1.11. Соколова Т.А, Бочкова И.Ю. Декоративное растениеводство. Цветоводство: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Садово-парковое и ландшафт. Строительство» направления подготовки дипломир. специалистов «Лесное хоз-во и ландшафт. стр-во». – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 432 с.

- 1.12. Экология и охрана окружающей среды. 2-е издание. Учебник. Авторы: Коробкин В.И., Передельский Л.В. – М.: Кнорус, 2022. – 336 с.
- 1.13. Экология : учебник / А.К. Бродский – М.: КНОРУС, 2023, – 272 с.
- 1.14. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / С. А. Лебедев [и др.] ; под общей редакцией С. А. Лебедева. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 374 с.

2. Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:

- 2.1. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / С. А. Лебедев [и др.] ; под общей редакцией С. А. Лебедева. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 374 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02649-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/535608> (дата обращения: 14.08.2024).
- 2.2. Основы биотехнологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 384 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16028-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/543829> (дата обращения: 14.08.2024).
- 2.3. Павлова, Е. И. Общая экология : учебник и практикум для вузов / Е. И. Павлова, В. К. Новиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 167 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16177-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/538288> (дата обращения: 14.08.2024).
- 2.4. Ленивко С.М. Экологическая биотехнология : электронный учеб.-метод. комплекс / С. М. Ленивко ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 144 с.
- 2.5. Материалы заданий Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников «Национальная технологическая олимпиада» по профилю «Инженерные биологические системы». – 2023/24. – 225 с. – URL: <https://ntcontest.ru/docs/7.%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%98%D0%91%D0%A1%2023-24.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).
- 2.6. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебно–практическое пособие / Н.Л. Глинка; под редакцией В.А. Попкова, А.В. Бабкова. – 14-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 236 с.– (Высшее образование). – ISBN 978–5–9916–8914–4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 104 – URL: <https://urait.ru/bcode/535603/p.104> (дата обращения: 04.05.2024).
- 2.7. Апарнев, А. И. Общая химия. Сборник заданий с примерами решений: учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Л. И. Афонина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024 – 127 с. – (Высшее образование). – ISBN978–5–534–09072–7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – с. 59 – URL: <https://urait.ru/bcode/538836/p.59> (дата обращения: 04.05.2024).

- 2.8. Обухов Д. К. Биология: клетки и ткани : учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. К. Обухов, В. Н. Кириленкова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 358 с.
- 2.9. Нахаева В. И. Биология: генетика. Практический курс : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с.
- 2.10. Омелянский В. Л. Краткий курс общей и почвенной микробиологии / В. Л. Омелянский. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 173 с.

3. Перечень литературы, рекомендованной родителям:

- 3.1. Горбенко Н. Биотехнология. 10-11 классы: учебное пособие. ФГОС. – М.: Изд-во Просвещение, 2022. – 143 с.
- 3.2. Основы биотехнологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 384 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16028-4. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/543829> (дата обращения: 14.08.2024).

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендованных для освоения программы:

- 4.1. <http://school-collection.edu.ru/catalog/> – единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
- 4.2. <https://stepik.org/course/94/info> – Биотехнология и геновая инженерия (Степик).
- 4.3. <https://stepik.org/course/136548/promo> – Химия для всех (Степик).
- 4.4. <https://stepik.org/course/78909/promo> – Базовый курс по биологии (Степик).
- 4.5. <https://www.chem.msu.su/rus/elibrary> – Электронная библиотека учебных материалов по химии.
- 4.6. <http://www.hemi.nsu.ru> – Основы химии. Интернет-учебник.