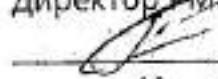


**Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»**

СОГЛАСОВАНО

Директор РИЦ ДОД

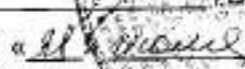
 /Е.С. Титаренко/

«15» июля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию

/В.А. Безуевская/

 20 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Инженерные биологические системы»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 1 год

Объем 144 академических часа

город Сургут, 2025 год

Автор программы:

Безуевская Валерия Александровна. кандидат педагогических наук, доцент, проректор Сургутского государственного университета;

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;

Казакова Галина Александровна, старший специалист центра поддержки пользователей ФГИС «Моя школа» Государственного университета просвещения.

Согласовано:

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



Е.С. Титаренко

Пояснительная записка.

Введение.

Программа напрямую связана с приоритетными направлениями Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: ситифермерство, гидропоника, вертикальные фермы и управляемое растениеводство становятся критически важными технологиями для обеспечения продовольственной безопасности в условиях растущей урбанизации, изменения климата и сокращения пригодных для сельского хозяйства земель. Профессии в области инженерных биологических систем входят в список наиболее перспективных и востребованных направлений ближайшего будущего.

Более 70% учебного времени отводится практическим работам, экспериментам и проектной деятельности: создание и обслуживание агробиологических систем (гидропоника, ситифермерство); изучение биологических процессов на микроуровне; работа с химическими растворами; программирование и автоматизация ситиферм. Эти практические работы позволяют школьникам не только глубоко понять теоретические концепции, но и получить ценный опыт работы с реальным оборудованием, который будет очень полезен как в будущей учебе, так и в профессиональной деятельности.

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

1.1. Направленность: естественнонаучная.

1.2. Актуальность программы:

В условиях исполнения задач по достижению технологического суверенитета одним из наиболее актуальных направлений является подготовка кадров в области биотехнологии, инженерных агробиосистем, 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.

1.3. Цель программы

Создание условий для формирования у школьников системных знаний и практических навыков в области инженерных биологических систем, способствующих их профессиональному самоопределению и успешному участию в Национальной технологической олимпиаде.

Задачи программы:

- формирование практических навыков создания и обслуживания агробиологических систем (гидропоника, ситифермерство) через исследовательскую и проектную деятельность;
- развитие междисциплинарного мышления на стыке биологии, химии, инженерии и информационных технологий для решения комплексных задач в области устойчивого растениеводства;
- подготовка к Национальной технологической олимпиаде по профилю "Инженерные биологические системы" через освоение методов анализа биологических процессов и управления параметрами среды.

1.4. Отличительная особенность программы:

Целостный междисциплинарный подход — программа интегрирует знания из биологии, химии, экологии, информатики и инженерии в единую систему, формируя у учащихся комплексное понимание биологических процессов и их практического применения в современных технологических решениях.

Практико-ориентированная методика обучения — более 70% учебного времени отводится практическим работам, экспериментам и проектной деятельности. Каждое теоретическое положение закрепляется через непосредственный опыт и наблюдение.

Модульная структура с логической преемственностью — программа состоит из взаимосвязанных модулей ("Клетка", "Ботаника и физиология растений", "Основы химии", "Микробиология", "Основы гидропоники и ситифермерства"), выстроенных в логике "от микроуровня к макросистемам".

Проектный подход с полным циклом реализации — учащиеся не только получают теоретические знания, но и применяют их в полноценных проектах (выращивание микрозелени, конструирование мини-гидропонных установок), проходя все этапы от планирования до анализа результатов.

Постоянная связь с реальными технологическими задачами — все теоретические знания и практические навыки непосредственно связываются с работой гидропонных систем, ситиферм и экологических установок.

Целенаправленная подготовка к Национальной технологической олимпиаде — программа включает разбор заданий прошлых лет, формирование компетенций, необходимых для успешного участия в олимпиаде, и систематическую практику решения олимпиадных задач.

Интегрированное развитие soft и hard skills — наряду с предметными компетенциями программа целенаправленно развивает критическое мышление, навыки командной работы, документирования результатов, презентации проектов и организации исследовательского процесса.

1.5. Адресат программы:

Программа предназначена для реализации в кружках, открытых на базе учреждений среднего общего или дополнительного образования.

Программа разработана для обучающихся в возрасте 14-15 лет (8-9 классы), ориентированных на построение успешной карьеры в наукоемких отраслях в области биотехнологий и здравоохранения.

Участники кружка, успешно завершившие программу, могут продолжить обучение по программе углубленного уровня на следующий учебный год.

Наполняемость групп для занятий в школьном кружке – 15-25 человек.

1.6. Объем программы: 144 академических часа.

1.7. Форма и режим занятий:

Занятия проводятся в очном формате – 2 академических часа в неделю. Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (до 15 человек).

1.8. Уровень освоения программы: базовый.

1.9. Планируемые результаты

Метапредметные результаты 1-го года обучения

Познавательные

1. Анализировать биологическую и химическую информацию о растениях и средах их выращивания, выделяя ключевые закономерности.
2. Формулировать гипотезы о влиянии различных факторов на рост и развитие растений в инженерных биологических системах.
3. Систематизировать данные наблюдений за ростом растений с использованием таблиц, графиков и диаграмм.
4. Моделировать биологические и экологические процессы, происходящие в гидропонных системах и ситифермах.
5. Интерпретировать результаты экспериментов по выращиванию растений в различных условиях.

Регулятивные

1. Планировать последовательность действий при создании и обслуживании гидропонных установок.
2. Контролировать основные параметры среды выращивания растений (рН, ЕС, температура, освещение).
3. Оценивать эффективность применяемых методов культивации растений на основе экспериментальных данных.
4. Корректировать условия выращивания растений при выявлении проблем в развитии культур.
5. Соблюдать правила безопасности при работе с техническими системами и химическими растворами.

Коммуникативные

1. Представлять результаты наблюдений и экспериментов в форме структурированных отчетов и презентаций.
2. Использовать специальную терминологию при обсуждении вопросов агробиотехнологий и инженерных систем.
3. Эффективно работать в команде при создании и обслуживании инженерных биологических систем.
4. Аргументированно обосновывать выбор технологических решений при проектировании биосистем.
5. Документировать процесс и результаты проектной деятельности с использованием цифровых инструментов.

Работа с информацией

1. Осуществлять поиск достоверной информации о современных методах выращивания растений.
2. Интерпретировать данные, представленные в формате таблиц параметров питательных растворов и режимов освещения.
3. Использовать цифровые инструменты для сбора и анализа данных о росте растений.
4. Критически оценивать информацию о современных агротехнологиях, представленную в различных источниках.

Личностные результаты программы 1-го года обучения

1. Ценностное отношение к научному познанию

- Формулировать собственное отношение к перспективам развития городского сельского хозяйства и устойчивых пищевых систем.

2. Экологическая культура и ответственность

- Понимать значение устойчивых технологий производства пищи для решения глобальных проблем.

3. Коммуникативная культура

- Уважительно относиться к мнению участников команды при разработке проектов инженерных биосистем.
- Конструктивно воспринимать обратную связь о результатах проектной деятельности.
- Эффективно распределять обязанности в группе при обслуживании биологических систем.

4. Исследовательская позиция

- Проявлять аккуратность и внимательность при проведении измерений и наблюдений.
- Задавать вопросы, направленные на оптимизацию биологических и инженерных процессов.
- Демонстрировать настойчивость в достижении результатов при выращивании растений.

5. Профессиональное самоопределение

- Описывать свои интересы в области агробiotехнологий и инженерных биологических систем.
- Оценивать собственные сильные и слабые стороны в контексте работы с техническими и биологическими системами.

1.11. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

Текущий контроль

- 1. Лабораторные работы по микроскопии и анализу растительных тканей.** Оценивание правильности выполнения процедур, качества изготовленных микропрепаратов, точности зарисовок и описаний наблюдаемых структур.
- 2. Лабораторный журнал.** Участники кружка ведут структурированный лабораторный журнал, в котором документируют наблюдения за ростом растений, параметры среды, результаты экспериментов и их интерпретацию. Журнал проверяется педагогом ежемесячно с предоставлением развернутой обратной связи.
- 3. Практические работы по приготовлению питательных растворов и анализу параметров среды.** Оценивается точность расчетов, правильность приготовления растворов, умение интерпретировать полученные данные и корректировать условия выращивания.
- 4. Тематические тесты** проводятся после завершения каждого модуля и включают как теоретические вопросы, так и практические задачи на понимание ключевых концепций клеточной биологии, ботаники, химии и микробиологии в контексте инженерных биологических систем.

5. **Интерактивные опросы** проводятся в начале занятий для проверки усвоения предыдущего материала с использованием онлайн-платформы и интерактивных инструментов для мгновенной обратной связи.

Промежуточный контроль

1. **Мини-проекты по выращиванию микрозелени и созданию простых гидропонных систем.** Групповая работа (3-4 человека) над созданием и обслуживанием мини-систем, документирование параметров роста растений, анализ факторов, влияющих на урожайность. Презентация результатов перед группой с последующим обсуждением.
2. **Решение кейсов по оптимизации параметров выращивания растений.** Анализ реальных проблемных ситуаций из практики ситифермерства и гидропоники. Групповое обсуждение оптимальных подходов к решению на основе полученных знаний.
3. **Подготовка и представление информационных материалов.** Создание постеров о современных системах выращивания растений. Подготовка инфографики по анатомии растений, химическим и биологическим процессам в гидропонных установках.
4. **Разработка и проведение микроисследований.** Планирование и реализация малых исследовательских проектов по сравнению различных субстратов, режимов освещения или составов питательных растворов с анализом полученных данных.

Итоговый контроль

1. **Командный проект по созданию и оптимизации инженерной биологической системы.** Выполнение комплексного проекта, объединяющего знания из разных модулей (создание и обслуживание гидропонной установки, выращивание выбранной культуры, оптимизация параметров среды). Работа в малых группах (2-3 человека) с публичной защитой проекта и демонстрацией результатов.
2. **Результативность участия на этапах первого, второго, третьего туров олимпиады НТО** профиль "Инженерные биологические системы". Достижения учащихся в рамках олимпиады рассматриваются как объективный внешний показатель эффективности обучения.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

2.1. Учебный план					
№ п/п	Название модуля	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
Раздел 1 "От клетки к растению: биологические основы инженерных систем"				72	
1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой. Решение олимпиадных заданий	2	6	8	Регистрация на сайте НТО https://ntcontest.ru/ , решение заданий прошлых лет
2	Модуль «Клетка»	6	12	18	Тестирование, микроскопирование,

					ведение лабораторного журнала
3	Модуль "Ботаника и физиология растений"	8	14	22	Лабораторные и практические работы, тестирование
4	Модуль "Основы химии"	8	12	20	Решение задач, Лабораторные и практические работы,
5	Мини-проект "Выращивание микрозелени"		4	4	Защита мини-проекта, презентация результатов
Раздел 2 "Инженерные системы и технологии выращивания растений"				72	
6	Модуль «Биотехнология растений»	10	18	28	Лабораторные и практические работы, тестирование
7	Модуль «Программирование и автоматизация ситифермы»	4	12	16	Практические работы с датчиками, проект по анализу и оптимизация параметров
8	Модуль "Микробиология и экологическая биотехнология "	6	8	14	Лабораторные и практические работы, тестирование
9	Модуль "Анатомия и физиология человека "	4	6	10	Лабораторные и практические работы, тестирование
10	Конференция кружков	-	4	4	Презентация проектов, участие в дискуссии
11	ИТОГО	44	100	144	

2.2. Календарный учебный график

№	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 уч. г.
	1 полугодие		
1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой. Решение олимпиадных заданий	8	2.09.25 – 14.09.25
2	Модуль «Клетка»	18	15.09.25 – 15.10.25
3	Модуль "Ботаника и физиология растений"	22	16.10.25 - 23.11.25
4	Модуль "Основы химии"	20	25.11.26– 24.12.25
5	Мини-проект "Выращивание микрозелени"	4	24.12.25 – 28.12.25
	2 полугодие		
6	Модуль «Биотехнология растений»	28	12.01.26– 20.02.26
7	Модуль «Программирование и автоматизация ситифермы»	16	21.02.26 – 25.03.26
8	Модуль "Микробиология и экологическая биотехнология "	14	26.03.26 – 16.04.26
9	Модуль "Анатомия и физиология человека "	10	17.04.24 – 10.05.26
10	Конференция кружков	4	11.05.26 – 25.05.26
	ИТОГО	144	

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 подогрева	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:

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 организации-разработчике 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 и автоматизация ситифермы» 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 привлечению 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://talents.surgu.ru/>. 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

2. Наглядные пособия

- Гербарий основных семейств покрытосеменных растений
- Коллекция микропрепаратов растительных тканей и органов
- Комплект таблиц по анатомии и морфологии растений
- Модели клеточных структур и органоидов
- Модели ДНК, РНК, белков и других биомолекул

3. Электронные ресурсы

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

4. Оценочные материалы

- Тестовые задания по каждому модулю программы с разным уровнем сложности
- Практические задания для оценки навыков работы с лабораторным оборудованием
- Критерии оценки мини-проектов и итоговых проектных работ
- Шаблон лабораторного журнала

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. Складневская. — 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:

- 2.1.1. 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. Афонина. – 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 геновая 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.ru/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/

«28» марта 2024 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:

Безуевская Валерия Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, проректор Сургутского государственного университета;

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;

Казакова Галина Александровна, старший специалист центра поддержки пользователей ФГИС «Моя школа» Государственного университета просвещения.

Согласовано:

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



Е. С. Титаренко

Пояснительная записка

1. Цель и задачи программы:

Создание условий для формирования у школьников системных знаний и практических навыков в области инженерных биологических систем, способствующих их профессиональному самоопределению и успешному участию в Национальной технологической олимпиаде.

Планируемые результаты

Метапредметные результаты 1-го года обучения

Познавательные

1. Анализировать биологическую и химическую информацию о растениях и средах их выращивания, выделяя ключевые закономерности.
2. Формулировать гипотезы о влиянии различных факторов на рост и развитие растений в инженерных биологических системах.
3. Систематизировать данные наблюдений за ростом растений с использованием таблиц, графиков и диаграмм.
4. Моделировать биологические и экологические процессы, происходящие в гидропонных системах и ситифермах.
5. Интерпретировать результаты экспериментов по выращиванию растений в различных условиях.

Регулятивные

1. Планировать последовательность действий при создании и обслуживании гидропонных установок.
2. Контролировать основные параметры среды выращивания растений (рН, ЕС, температура, освещение).
3. Оценивать эффективность применяемых методов культивации растений на основе экспериментальных данных.
4. Корректировать условия выращивания растений при выявлении проблем в развитии культур.
5. Соблюдать правила безопасности при работе с техническими системами и химическими растворами.

Коммуникативные

1. Представлять результаты наблюдений и экспериментов в форме структурированных отчетов и презентаций.
2. Использовать специальную терминологию при обсуждении вопросов агробиотехнологий и инженерных систем.
3. Эффективно работать в команде при создании и обслуживании инженерных биологических систем.
4. Аргументированно обосновывать выбор технологических решений при проектировании биосистем.
5. Документировать процесс и результаты проектной деятельности с использованием цифровых инструментов.

Работа с информацией

1. Осуществлять поиск достоверной информации о современных методах выращивания растений.
2. Интерпретировать данные, представленные в формате таблиц параметров питательных растворов и режимов освещения.

3. Использовать цифровые инструменты для сбора и анализа данных о росте растений.
4. Критически оценивать информацию о современных агротехнологиях, представленную в различных источниках.

Личностные результаты программы 1-го года обучения

1. Ценностное отношение к научному познанию:
 - формулировать собственное отношение к перспективам развития городского сельского хозяйства и устойчивых пищевых систем.
2. Экологическая культура и ответственность:
 - понимать значение устойчивых технологий производства пищи для решения глобальных проблем.
3. Коммуникативная культура:
 - уважительно относиться к мнению участников команды при разработке проектов инженерных биосистем;
 - конструктивно воспринимать обратную связь о результатах проектной деятельности;
 - эффективно распределять обязанности в группе при обслуживании биологических систем.
4. Исследовательская позиция:
 - проявлять аккуратность и внимательность при проведении измерений и наблюдений;
 - задавать вопросы, направленные на оптимизацию биологических и инженерных процессов;
 - демонстрировать настойчивость в достижении результатов при выращивании растений;
5. Профессиональное самоопределение:
 - описывать свои интересы в области агробiotехнологий и инженерных биологических систем;
 - оценивать собственные сильные и слабые стороны в контексте работы с техническими и биологическими системами.

Периодичность и продолжительность занятий: занятия проводятся в очном формате – 2 раза в неделю по 2 академических часа.

2. Учебный план

№ п/п	Название модуля	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Всего	
Раздел 1 "От клетки к растению: биологические основы инженерных систем"				72	
1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой. Решение олимпиадных заданий	2	6	8	Регистрация на сайте НТО https://ntcontest.ru/ , решение заданий прошлых лет
2	Модуль «Клетка»	6	12	18	Тестирование, микроскопирование, ведение лабораторного журнала

3	Модуль "Ботаника и физиология растений"	8	14	22	Лабораторные и практические работы, тестирование
4	Модуль "Основы химии"	8	12	20	Решение задач, Лабораторные и практические работы,
5	Мини-проект "Выращивание микрозелени"		4	4	Защита мини-проекта, презентация результатов
Раздел 2 "Инженерные системы и технологии выращивания растений"				72	
6	Модуль «Биотехнология растений»	10	18	28	Лабораторные и практические работы, тестирование
7	Модуль «Программирование и автоматизация ситифермы»	4	12	16	Практические работы с датчиками, проект по анализу и оптимизация параметров
8	Модуль "Микробиология и экологическая биотехнология "	6	8	14	Лабораторные и практические работы, тестирование
9	Модуль "Анатомия и физиология человека "	4	6	10	Лабораторные и практические работы, тестирование
10	Конференция кружков	-	4	4	Презентация проектов, участие в дискуссии
11	ИТОГО	44	100	144	

3. Календарный учебный график

№	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 уч. г.
	1 полугодие		
1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой. Решение олимпиадных заданий	8	2.09.25 – 14.09.25
2	Модуль «Клетка»	18	15.09.25 – 15.10.25
3	Модуль "Ботаника и физиология растений"	22	16.10.25 - 23.11.25
4	Модуль "Основы химии"	20	25.11.26– 24.12.25
5	Мини-проект "Выращивание микрозелени"	4	24.12.25 – 28.12.25
	2 полугодие		
6	Модуль «Биотехнология растений»	28	12.01.26– 20.02.26
7	Модуль «Программирование и автоматизация ситифермы»	16	21.02.26 – 25.03.26
8	Модуль "Микробиология и экологическая биотехнология "	14	26.03.26 – 16.04.26
9	Модуль "Анатомия и физиология человека "	10	17.04.24 – 10.05.26
10	Конференция кружков	4	11.05.26 – 25.05.26
	ИТОГО	144	

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 «Агробιοтехнологии»: компетенции и роли в команде.

Методические карты модулей и рекомендации по проведению занятий
«Инженерные биологические системы»
(1-й год обучения)

Организация работы с методическими картами модулей программы
" Инженерные биологические системы "

Методическая карта модуля

Методическая карта модуля представляет собой детальное описание образовательного процесса, структурированное в табличной форме. Это подробный план реализации модуля, включающий содержание, формы работы, методы оценивания и ожидаемые результаты обучения. Карта служит навигатором для преподавателя, обеспечивая системность и целостность образовательного процесса.

Структура занятий

Каждое занятие рассчитано на 2 академических часа по 45 минут. Рекомендуемая структура: вводная часть (15 минут) – теоретическая часть (25-30 минут) – практическая работа (40-45 минут) – заключительная часть с рефлексией (10-15 минут). Такое распределение времени обеспечивает оптимальный баланс между теорией и практикой, что критически важно для усвоения материала и поддержания мотивации учащихся.

Содержание занятия

Столбец "Содержание" представляет собой тематический план теоретической части занятия. Здесь перечислены все понятия, которые должны быть раскрыты в ходе занятия. Эти пункты представляют собой основу для создания презентаций, подготовки демонстрационных материалов и разработки конспекта занятия. При объяснении сложных понятий рекомендуется использовать аналогии из повседневной жизни и визуальные материалы, особенно на первом году обучения.

Формирующие оценочные мероприятия

Столбец "Формирующие оценочные мероприятия" содержит перечень активностей, которые следует организовать в ходе занятия для проверки усвоения материала и формирования практических навыков. Формирующие оценочные мероприятия подобраны для достижения результатов обучения запланированного уровня. Они соотнесены с указанными результатами

обучения и обеспечивают их поэтапное формирование. Педагог-наставник кружка может и должен дополнять и модифицировать предложенные мероприятия, исходя из особенностей группы и доступного оборудования, но критически важно сохранять их соответствие заявленным результатам обучения.

Результаты обучения

Столбец "Результаты обучения" перечисляет измеримые элементы содержания, которыми должны владеть участники кружка после завершения занятия. результаты обучения структурированы по уровням таксономии Блума. Крайне важно, чтобы результаты обучения достигались на каждом занятии – это необходимое условие для успешной проектной деятельности кружка и значимых достижений в НТО. Регулярно проверяйте, все ли запланированные результаты достигнуты, и при необходимости корректируйте следующие занятия.

Практические рекомендации

При подготовке к занятиям обращайтесь внимание на методические рекомендации, приведенные в конце методической карты. Они содержат ценные советы по организации работы, адаптации материала для учащихся разного уровня подготовки и эффективному использованию оборудования.

Методическая карта модуля "Программирование Arduino для автоматизации биосистем" (18 часов, 9 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения - разрабатывать алгоритмы управления инженерными биологическими системами на базе Arduino для автоматизации процессов выращивания растений.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в Arduino для биосистем	• Основы микроконтроллеров и Arduino • Обзор аппаратной части платформы Arduino • Среда разработки Arduino IDE • Основы программирования для Arduino • Роль автоматизации в инженерных биологических системах • Примеры применения Arduino в ситифермерстве	• Практическое задание "Первое подключение Arduino" • Написание и загрузка программы "Мигающий светодиод" • Составление списка возможных применений Arduino в биосистемах • Тест на понимание основных компонентов Arduino	• Настраивать среду разработки Arduino IDE • Подключать и программировать Arduino • Загружать простейшие программы на микроконтроллер • Объяснять роль автоматизации в инженерных биологических системах

2. Основы программирования Arduino	• Структура скетча Arduino: setup() и loop() • Переменные и типы данных • Операторы и выражения • Условные конструкции (if, else, switch) • Циклы (for, while) • Функции и их применение • Основы отладки программ	• Практическая работа "Написание простейших программ с использованием условных операторов и циклов" • Упражнение на создание и вызов пользовательских функций • Решение задач на структуру программы Arduino • Исправление ошибок в предложенном коде	• Объяснять структуру скетча Arduino • Применять основные конструкции языка программирования (переменные, условия, циклы, функции) • Отлаживать простые программы • Разрабатывать алгоритмы для решения базовых задач автоматизации
3. Работа с цифровыми и аналоговыми входами/выходами	• Цифровые входы и выходы • Подключение кнопок и светодиодов • Использование функций digitalWrite() и digitalWrite() • Аналоговые входы и выходы • Использование функций analogRead() и analogWrite() • Работа с ШИМ (PWM) • Подключение потенциометров и фоторезисторов	• Лабораторная работа "Управление светодиодом с помощью кнопки" • Практическая работа "Измерение освещенности с помощью фоторезистора" • Проект "Система автоматического освещения на основе датчика освещенности" • Тест на понимание цифровых и аналоговых входов/выходов	• Подключать и программировать цифровые и аналоговые входы/выходы • Считывать данные с датчиков • Управлять исполнительными устройствами • Разрабатывать простые системы автоматического управления
4. Работа с датчиками для биосистем	• Обзор датчиков для мониторинга параметров среды • Датчики температуры и влажности (DHT11/DHT22) • Датчики влажности почвы/субстрата • Датчики освещенности • Датчики уровня воды/раствора • Подключение и калибровка датчиков • Обработка данных с датчиков • Фильтрация и	• Лабораторная работа "Подключение и программирование датчика температуры и влажности" • Практическая работа "Калибровка датчика влажности почвы" • Проект "Система мониторинга параметров среды для гидропонной установки" • Анализ и интерпретация полученных данных	• Подключать и программировать различные типы датчиков • Калибровать датчики для повышения точности измерений • Обрабатывать и фильтровать данные с датчиков • Создавать системы мониторинга параметров среды

	валидация показаний		
5. Управление исполнительными устройствами	• Типы исполнительных устройств в биосистемах • Управление реле • Управление водяными помпами • Управление вентиляторами • Управление светодиодными лентами • Сервоприводы и их применение • Драйверы и силовая электроника • Техника безопасности при работе с силовыми устройствами	• Лабораторная работа "Управление реле для включения/выключения нагрузки" • Практическая работа "Автоматизация системы полива с помощью помпы" • Проект "Система управления освещением в гидропонной установке" • Оценка эффективности работы исполнительных устройств	• Подключать и программировать различные исполнительные устройства • Управлять силовыми нагрузками с помощью реле • Регулировать интенсивность работы устройств • Разрабатывать системы автоматического управления исполнительными устройствами
6. Создание алгоритмов управления для биосистем	• Принципы построения алгоритмов управления • Система правил (if-else) • ПИД-регулирование для биосистем • Таймеры и планировщики событий • Алгоритмы управления поливом • Алгоритмы управления освещением • Алгоритмы управления климатом • Интеграция различных систем управления	• Практическая работа "Разработка алгоритма управления поливом на основе показаний датчиков" • Проект "Система автоматического поддержания микроклимата" • Решение кейс-задачи "Оптимизация режима освещения для конкретной культуры" • Оценка эффективности разработанных алгоритмов	• Разрабатывать алгоритмы управления для различных параметров биосистем • Реализовывать системы правил для принятия решений • Программировать таймеры и планировщики событий • Интегрировать различные системы управления в единый комплекс
7. Сбор и обработка данных с датчиков	• Методы сбора данных с датчиков • Фильтрация и обработка данных • Хранение данных на SD-карте • Визуализация данных с помощью	• Лабораторная работа "Сбор и запись данных с датчиков на SD-карту" • Практическая работа "Визуализация данных с помощью Serial Plotter" • Проект "Система	• Организовывать сбор и хранение данных с датчиков • Фильтровать и обрабатывать данные для повышения точности

	Serial Plotter • Принципы построения логов • Анализ собранных данных • Принятие решений на основе анализа данных • Оптимизация работы системы	мониторинга и анализа параметров роста растений" • Анализ собранных данных и формулирование рекомендаций	• Визуализировать данные для анализа • Принимать решения на основе анализа собранных данных
8. Проектирование автоматизированной гидропонной системы	• Принципы проектирования автоматизированных биосистем • Компоненты автоматизированной гидропонной системы • Интеграция датчиков и исполнительных устройств • Разработка алгоритмов управления • Создание прототипа системы • Тестирование и отладка • Оценка эффективности системы • Перспективы развития системы	• Разработка проекта автоматизированной гидропонной системы • Создание принципиальной схемы и алгоритма работы • Защита проекта перед группой • Обсуждение и анализ предложенных решений	• Проектировать автоматизированные биосистемы • Интегрировать различные компоненты в единую систему • Разрабатывать технические решения для конкретных задач • Оценивать эффективность разработанных систем
9. Реализация проекта автоматизированной гидропонной системы	• Сборка прототипа автоматизированной гидропонной системы • Программирование микроконтроллера • Тестирование системы • Отладка и оптимизация • Документирование проекта • Презентация результатов • Обсуждение перспектив развития проекта • Итоговая рефлексия по модулю	• Практическая работа "Сборка и программирование прототипа автоматизированной гидропонной системы" • Тестирование и отладка системы • Подготовка документации и презентации • Демонстрация работы системы и защита проекта	• Собирать и программировать прототипы автоматизированных биосистем • Тестировать и отлаживать системы • Документировать и презентовать проекты • Анализировать результаты и предлагать пути совершенствования

Методические рекомендации для преподавателей

Аспект	Рекомендации
Достижение результатов обучения	• Используйте проблемно-ориентированный подход: начинайте с реальной задачи, требующей автоматизации • Обеспечьте баланс между теорией и практикой: на каждое теоретическое понятие должно приходиться минимум одно практическое задание • Применяйте принцип "от простого к сложному": начинайте с базовых скетчей и постепенно усложняйте задания • Связывайте новые знания с уже имеющимися, особенно из других модулей (физиология растений, ситифермерство)
Проектная деятельность	• Организуйте сквозной проект "Автоматизированная гидропонная система" с поэтапной реализацией на протяжении всего модуля (мини-проекты по занятиям) • Разделите учащихся на группы по 3-4 человека с распределением ролей (программист, инженер-электронщик, биолог, документалист) • Введите чек-листы для отслеживания прогресса проекта на каждом этапе • Предусмотрите промежуточные презентации результатов с обратной связью от других групп • Стимулируйте коллаборацию между группами и обмен опытом
Работа с оборудованием	• Проведите детальный инструктаж по технике безопасности при работе с электроникой • Подготовьте базовые схемы подключения для наиболее сложных компонентов • Создайте библиотеку готовых скетчей для тестирования отдельных компонентов • Организуйте рабочее пространство с доступом к необходимым инструментам и материалам • Введите систему учета и хранения оборудования
Развитие навыков программирования	• Используйте готовые примеры кода с комментариями для начального обучения • Внедряйте техники парного программирования для взаимного обучения • Организуйте разбор типичных ошибок и способов их исправления • Поощряйте использование документации и самостоятельный поиск решений • Проводите мини-соревнования по программированию для повышения мотивации
Поддержка мотивации	• Демонстрируйте реальные примеры успешной автоматизации биосистем • Организуйте соревнования между группами по созданию наиболее эффективных систем автоматизации • Создавайте ситуации успеха, отмечая даже небольшие достижения • Показывайте связь приобретаемых навыков с задачами НТО и реальными профессиональными задачами • Используйте элементы геймификации (уровни достижений, бейджи за освоение технологий)

План организации и проведения модуля "Конференция кружков НТО" (4 часа)

Цель конференции

Создание площадки для представления результатов исследовательских проектов участников кружков НТО, обмена опытом, демонстрации полученных знаний и навыков, формирования сообщества единомышленников в области геномного редактирования и биотехнологий.

Формат проведения

Онлайн-конференция с подключением около 30 кружков из разных муниципалитетов регион

Критерии оценки проектов

1. **Научная новизна и оригинальность идеи** (0-10 баллов)
2. **Практическая значимость результатов** (0-10 баллов)
3. **Методологическая корректность** (0-10 баллов)
4. **Качество представления материала** (0-10 баллов)
5. **Ответы на вопросы** (0-10 баллов)

Рекомендации по подготовке докладов для участников

1. **Структура презентации**
 - Титульный слайд (название проекта, авторы, кружок)
 - Актуальность и цель исследования
 - Задачи и методы
 - Результаты (с визуализацией)
 - Выводы и перспективы

План мероприятия

	Активность	Описание	Необходимые ресурсы
Сессия 1. Открытие и пленарные выступления (1,5 часа)			
00:00-00:15	Открытие конференции	Приветственное слово организаторов, представление экспертов, объяснение формата работы конференции	Презентация с программой конференции, онлайн-платформа с функциями чата и демонстрации экрана
	Пленарный доклад приглашенного эксперта	Выступление специалиста в области геномного редактирования или биотехнологий о современных тенденциях и перспективах развития отрасли	Презентация эксперта
	Представление лучших проектов кружков	3-4 наиболее интересных и успешных проекта (по 7-8 минут каждый)	Презентации проектов
	Сессия вопросов и ответов	Участники могут задать вопросы эксперту и представителям лучших проектов	Модератор для координации вопросов
Сессия 2. Параллельные секции по направлениям (2 часа)			
	Секция "Геномное редактирование и молекулярная биология"	Представление проектов и результатов исследований в области геномного редактирования, ПЦР, секвенирования и др. (5-7 минут на	Отдельная виртуальная комната, модератор, таймер, система голосования

		выступление + 2-3 минуты на вопросы)	для выбора лучшего доклада
	Секция "Биотехнологии и их применение"	Представление проектов и результатов исследований в области биотехнологий, их практического применения в промышленности, медицине, сельском хозяйстве и др. (5-7 минут на выступление + 2-3 минуты на вопросы)	Отдельная виртуальная комната, модератор, таймер, система голосования для выбора лучшего доклада
	Секция "Биоинформатика и компьютерное моделирование"	Представление проектов и результатов исследований в области биоинформатики, анализа данных, моделирования биологических процессов и др. (5-7 минут на выступление + 2-3 минуты на вопросы)	Отдельная виртуальная комната, модератор, таймер, система голосования для выбора лучшего доклада
Сессия 3. Закрытие (0,5 часа)			
	Представление результатов работы секций	Модераторы секций представляют краткие итоги работы своих секций и объявляют победителей в каждой секции	Общая виртуальная комната
	Анонс будущих мероприятий и объявление конкурсов	Информирование о предстоящих мероприятиях, конкурсах, олимпиадах и других возможностях для участников кружков	Презентация с календарем мероприятий
	Закрытие конференции	Подведение итогов, благодарность участникам, напутственные слова	-

Рекомендации по подготовке и проведению конференции

До конференции

1. Подготовка участников

- Разослать участникам подробные инструкции по подготовке презентаций (требования к формату, продолжительности, содержанию)
- Провести предварительный отбор докладов для секций на основе тезисов или кратких описаний проектов
- Предоставить шаблон презентации с единым стилем
- Рекомендовать провести репетицию выступления с засеканием времени

2. Техническая подготовка

- Выбрать стабильную платформу для проведения онлайн-конференции
- Протестировать платформу с несколькими участниками за несколько дней до конференции
- Подготовить резервный план на случай технических сбоев
- Обеспечить наличие технического специалиста для оперативного решения проблем

3. Организационная подготовка

- Составить детальный сценарий конференции с таймингом
- Пригласить экспертов для оценки проектов и пленарного выступления
- Подготовить формы для оценки проектов экспертами

- Разработать электронные сертификаты участников и дипломы победителей

Во время конференции

1. Обеспечение эффективного взаимодействия

- Использовать функцию "поднятия руки" для организации вопросов
- Назначить модератора для каждой секции, который будет следить за временем, организовывать очередь вопросов, поддерживать дискуссию
- Вести запись конференции для последующего анализа и распространения материалов

2. Поддержание вовлеченности

- Проводить короткие интерактивные опросы между выступлениями
- Организовать онлайн-голосование за лучший проект в каждой секции
- Обеспечить активное участие всех подключившихся кружков (как минимум в роли слушателей и задающих вопросы)

3. Решение технических проблем

- Создать отдельный чат или канал для технической поддержки
- Иметь запасной вариант подключения (резервную платформу или возможность проведения через мобильные устройства)

После конференции

1. Распространение материалов

- Разослать участникам запись конференции
- Собрать презентации выступающих и создать общий архив материалов
- Подготовить и опубликовать сборник тезисов проектов

2. Обратная связь

- Провести опрос участников о качестве организации и содержании конференции
- Собрать предложения по улучшению формата для будущих мероприятий

3. Поддержание сообщества

- Создать группу или чат для продолжения общения между участниками
- Организовать регулярные онлайн-встречи кружков для обсуждения прогресса проектов

4. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

Текущий контроль

- 6. Лабораторные работы по микроскопии и анализу растительных тканей.** Оценивание правильности выполнения процедур, качества изготовленных микропрепаратов, точности зарисовок и описаний наблюдаемых структур.

- 7. Лабораторный журнал.** Участники кружка ведут структурированный лабораторный журнал, в котором документируют наблюдения за ростом растений, параметры среды, результаты экспериментов и их

интерпретацию. Журнал проверяется педагогом ежемесячно с предоставлением развернутой обратной связи.

8. **Практические работы по приготовлению питательных растворов и анализу параметров среды.** Оценивается точность расчетов, правильность приготовления растворов, умение интерпретировать полученные данные и корректировать условия выращивания.
9. **Тематические тесты** проводятся после завершения каждого модуля и включают как теоретические вопросы, так и практические задачи на понимание ключевых концепций клеточной биологии, ботаники, химии и микробиологии в контексте инженерных биологических систем.
10. **Интерактивные опросы** проводятся в начале занятий для проверки усвоения предыдущего материала с использованием онлайн-платформы и интерактивных инструментов для мгновенной обратной связи.

Промежуточный контроль

5. **Мини-проекты по выращиванию микрозелени и созданию простых гидропонных систем.** Групповая работа (3-4 человека) над созданием и обслуживанием мини-систем, документирование параметров роста растений, анализ факторов, влияющих на урожайность. Презентация результатов перед группой с последующим обсуждением.
6. **Решение кейсов по оптимизации параметров выращивания растений.** Анализ реальных проблемных ситуаций из практики ситифермерства и гидропоники. Групповое обсуждение оптимальных подходов к решению на основе полученных знаний.
7. **Подготовка и представление информационных материалов.** Создание постеров о современных системах выращивания растений. Подготовка инфографики по анатомии растений, химическим и биологическим процессам в гидропонных установках.
8. **Разработка и проведение микроисследований.** Планирование и реализация малых исследовательских проектов по сравнению различных субстратов, режимов освещения или составов питательных растворов с анализом полученных данных.

Итоговый контроль

3. **Командный проект по созданию и оптимизации инженерной биологической системы.** Выполнение комплексного проекта, объединяющего знания из разных модулей (создание и обслуживание гидропонной установки, выращивание выбранной культуры, оптимизация параметров среды). Работа в малых группах (2-3 человека) с публичной защитой проекта и демонстрацией результатов.
4. **Результативность участия на этапах первого, второго, третьего туров олимпиады НТО** профиль "Инженерные биологические системы". Достижения учащихся в рамках олимпиады рассматриваются как объективный внешний показатель эффективности обучения.