

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

СОГЛАСОВАНО

Директор РМЦ ДОД

/Е.С. Титаренко/

20 25 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию

/В.А. Безуевская/

20 25 г.



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

Направленность: естественно-научная

Уровень освоения программы: базовый

Возраст учащихся: 14-15 лет (8-9 классы), 1-ый год обучения

Срок реализации: 1 год

Объем 174 академических часа

город Сургут, 2025 год

Автор программы:

Безуевская Валерия Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, проректор Сургутского государственно 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.

1. Пояснительная записка

1.1. Актуальность программы:

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.

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

Агробиотехнологии как одно из прорывных научных направлений привлекает внимание мотивированных школьников, ориентированных на построение успешной карьеры в наукоемких отраслях. Участие в профиле "Инженерные биологические системы" Национальной технологической олимпиады открывает дополнительные возможности для поступления в ведущие университеты страны на льготных условиях.

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

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

1.2. Цель программы

Создание условий для освоения школьниками фундаментальных основ современных биотехнологий и определения своих интересов в этой перспективной области науки.

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.

1.3. 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.

1.4. 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 научноемких 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.

1.5. Срок освоения программы и ее объем:

Программа рассчитана на 174 академических часа на протяжении одного учебного года, в том числе – 144 часа на базе кружка в учреждении среднего общего или дополнительного образования, 30 часов – на базе Сургутского государственного университета (для участников, прошедших конкурсный отбор и ориентированных на участие в профиле "инженерные биологические системы" Национальной технологической олимпиады).

При необходимости педагог - наставник кружка может разработать 2 отдельные рабочие программы на 1 и 2 полугодие по 72 часа. Рекомендуемые названия программ: «От клетки к растению: биологические основы инженерных систем» (для 1-го полугодия), «Инженерные системы и технологии выращивания растений» (для 2-го полугодия).

1.6. Форма и режим занятий:

Занятия проводятся:

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

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

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

1.7. Уровень освоения программы: базовый.

1.8. Планируемые результаты

Предметные результаты обучения 1-го года обучения

1) Объяснять принципы Научно-технологической олимпиады в контексте личного образовательного и профессионального развития в области биоинженерии. (Уровень: понимание)

2) Анализировать структуру и функции различных компонентов клетки (мембранные, органоиды, ядро) в контексте их роли как основы для создания инженерных биологических систем. (Уровень: анализ)

3) Объяснять молекулярные основы биологических процессов и свойств биомолекул с использованием фундаментальных химических концепций в контексте биоинженерии. (Уровень: применение)

4) Применять базовые конструкции языка Python (переменные, условия, циклы, функции, строки, списки, словари) для моделирования биологических процессов и анализа данных биоинженерных систем. (Уровень: применение)

5) Проектировать простые биологические устройства на основе природных механизмов с использованием принципов синтетической биологии. (Уровень: синтез)

6) Выполнять базовые лабораторные процедуры культивирования микроорганизмов, работы с ферментами и создания биосенсоров в процессе решения практических биоинженерных задач. (Уровень: применение)

7) Характеризовать влияние современных биоинженерных разработок на различные отрасли промышленности, медицины и экологии. (Уровень: понимание)

8) Применять принципы биомиметики для создания технических решений, основанных на природных механизмах и структурах. (Уровень: применение)

9) Анализировать этические аспекты и потенциальные риски использования инженерных биологических систем в современном обществе. (Уровень: анализ)

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 агробиотехнологий 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 микропрепараторов, 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 базового кружка «Инженерные биологические системы»

№ 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	4	8	12	Регистрация на сайте НТО https://ntcontest.ru/ , решение заданий прошлых лет
2	Модуль "Ботаника и физиология растений"	8	14	22	Лабораторные и практические работы, тестирование
3	Модуль «Клетка»	4	10	14	Тестирование, микроскопирование, ведение лабораторного журнала
	Образовательный интенсив СурГУ (вариативный модуль)	4	26	30	Лаборатории университета
4	Модуль "Основы химии"	8	12	20	Решение задач, Лабораторные и практические работы,
5	Практикум по решению задач НТО		4	4	Решение задач
Раздел 2 "Инженерные системы и технологии выращивания растений"			72		
6	Модуль «Основы гидропоники и ситифермерства»	10	18	28	Лабораторные и практические работы, тестирование
7	Модуль «Программирование и автоматизация ситифермы»	4	14	18	Практические работы с датчиками, проект по анализу и оптимизация параметров
8	Модуль " Микробиология и экологическая биотехнология "	6	6	12	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 план базового кружка «Инженерные биологические системы»

№	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 уч. г.
	1 полугодие		
1	Урок НТО. Знакомство с Национальной технологической олимпиадой. Решение олимпиадных заданий	12	2.09.25 – 14.09.25
2	Модуль "Ботаника и физиология растений"	22	15.09.2025-25.10.2025
2	Модуль «Клетка»	14	26.10.2025-23.11.2025
4	Образовательный интенсив СурГУ	30	17.11.2025-21.11.2025
5	Модуль "Основы химии"	20	25.11.26– 24.12.25
6	Практикум по решению задач НТО	4	24.12.25 – 28.12.25

№	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 уч. г.
	2 полугодие		
7	Модуль «Основы гидропоники и ситифермерства»	28	12.01.26– 20.02.26
8	Модуль «Программирование и автоматизация ситифермы»	18	21.02.26 – 25.03.26
9	Модуль " Микробиология и экологическая биотехнология "	12	26.03.26 – 16.04.26
10	Модуль "Анатомия и физиология человека"	10	17.04.24 – 10.05.26
11	Конференция кружков	4	11.05.26 – 25.05.26
	ИТОГО	174	

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 Инфраструктурный лист базового кружка: оборудование и расходные материалы

№	Наименование	Характеристики
Вариант № 1. Лаборатория "Биотехнологии" (агроферма)		
1.1. Оборудование		
1	Гидропонная установка	3 яруса 180 x 75 x 55 для салатов, пряных трав, микрозелени, рассады и др. растений
2	Вентиляторы канальные	
3	Помпа многофункциональная, 28 Вт, 1700 л/ч	
4	Таймер для фитосветильника UST-E32 220 В	
5	Набор микроэлектроники для сборки схем на базе Ардуино часть 1	
6	Набор микроэлектроники обучающий на базе Ардуино часть 2	
7	Набор датчиков для использования в ситифермерстве на базе Ардуино часть 3	
8	Набор электронных датчиков и расходных материалов для проведения экспериментов по экологии	
9	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический	Микроскоп
		Объективы: 4x, 10x и 40x
		Окуляр WF10x

		Линза Барлоу 2х
		Предметный столик с зажимами
		Диск с диафрагмами
		Конденсор
		Встроенные нижний и верхний осветители на светодиодах
		Сетевой адаптер (питание 220 В, 50 Гц)
	1.2. Расходные материалы	
1	Воронка диам. 56 мм, диаметр стебля 10,4 мм	
2	Грунт универсальный, 50 л	
3	Индикаторная бумага универсальная – 100 полосок в тубе, pH 0-12	
4	Коврик для микрозелени, агровата	
5	Колба коническая 100 мл	
6	Колба коническая 1000 мл	
7	Комплект для рассады, горшки со съемным дном	
8	Минеральные удобрения	комплект аммофос, карбамид (мочевина) натрий азотнокислый, сульфат аммония, калий хлористый, монокальций фосфат, суперфосфат двойной гранулированный
9	Набор готовых микропрепаратов	Руководство 12 чистых предметных стекол 20 чистых покровных стекол 80 готовых микропрепаратов
10	Набор из 10 тестов жикостных (pH, gH, kH и др.)	
11	Наборы для микроскопирования	
12	Нитриловые перчатки, смотровые, неопудренные	
13	Опрыскиватель комнатный	
14	Перекись водорода	
15	Перлит агротехнический, 10 л	
16	Пинцет анатомический общего назначения 250x2,5 мм	
17	Пинцет прямой 250 мм	
18	Пипетки для переноса жидкости (Пастера) 3 мл, нестерильные	
19	Светильник диодный Р16 для растений	
20	Светильник светодиодный для выращивания рассады на прищепке	
21	Семена урожайных культур, набор семян	
22	Сетевой фильтр 5 розеток с заземлением 3x0.75 мм USB 1.5 м	

23	Стакан с носиком градуированный п/п, 50 мл	
24	Стакан с носиком и ручкой градуированный п/п, 500 мл	
25	Стекла покровные	21x24 мм
26	Стекла предметные	26x76x2 мм
27	Фильтры обеззоленные «Красная лента»	
28	Чашка Петри одноразовая	
29	Шланг силиконовый, внутр диаметр 5 мм	
30	Шпатель-ложка, п/с, 180 мм	
31	Рассадные касеты	

Вариант № 2. Лаборатории "Биотехнологии" и "Микроскопии"

1.1. Оборудование

1	Гидропонная установка	3 яруса 180 x 75 x 55 для салатов, пряных трав, микрозелени, рассады и др. растений
2	Вентиляторы канальные	
3	Помпа многофункциональная, 28 Вт, 1700 л/ч	
4	Таймер для фитосветильника UST-E32 220 В	
5	Набор микроэлектроники для сборки схем на базе Ардуино часть 1	
6	Набор микроэлектроники обучающий на базе Ардуино часть 2	
7	Набор датчиков для использования в ситифермерстве на базе Ардуино часть 3	
8	Набор электронных датчиков и расходных материалов для проведения экспериментов по экологии	
9	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический	Микроскоп Объективы: 4x, 10x и 40x Окуляр WF10x Линза Барлоу 2x Предметный столик с зажимами Диск с диафрагмами Конденсор Встроенные нижний и верхний осветители на светодиодах Сетевой адаптер (питание 220 В, 50 Гц)
	1.2. Расходные материалы	
1	Воронка диам. 56 мм, диаметр стебля 10,4 мм	
2	Грунт универсальный, 50 л	

3	Индикаторная бумага универсальная – 100 полосок в тубе, pH 0-12	
4	Коврик для микрозелени, агровата	
5	Колба коническая 100 мл	
6	Колба коническая 1000 мл	
7	Комплект для рассады, горшки со съемным дном	
8	Минеральные удобрения	комплект аммофос, карбамид (мочевина) натрий азотнокислый, сульфат аммония, калий хлористый, монокальций фосфат, суперфосфат двойной гранулированный
9	Набор готовых микропрепараторов	Руководство 12 чистых предметных стекол 20 чистых покровных стекол 80 готовых микропрепараторов
10	Набор из 10 тестов жикостных (pH, gH, kH и др.)	
11	Наборы для микроскопирования	
12	Нитриловые перчатки, смотровые, неопудренные	
13	Опрыскиватель комнатный	
14	Перекись водорода	
15	Перлит агротехнический, 10 л	
16	Пинцет анатомический общего назначения 250x2,5 мм	
17	Пипетки для переноса жидкости (Пастера) 3 мл, нестерильные	
18	Светильник диодный Р16 для растений	
19	Светильник светодиодный для выращивания рассады на прищепке	
20	Семена урожайных культур, набор семян	
21	Сетевой фильтр 5 розеток с заземлением 3x0.75 мм USB 1.5 м	
22	Стакан с носиком градуированный п/п, 50 мл	
23	Стакан с носиком и ручкой градуированный п/п, 500 мл	
24	Фильтры обеззоленные «Красная лента»	
25	Шланг силиконовый, внутр диаметр 5 мм	
26	Шпатель-ложка, п/с, 180 мм	
27	Рассадные касеты	
28	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления	1) Краситель – не менее 100 мг.; 2) Инструмент для отбора пробы (одноразовый) – не менее 25 штук;

	микропрепараторов "Клетки человека"	3) Предметные стекла – не менее 30 штук; 4) Покровные стекла – не менее 45 штук; 5) Фильтровальная бумага – не менее 20 листов; 6) Препаровальная игла – не менее 5 штук; 7) Дозирующая емкость – не менее 5 штук; 8) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл – не менее 60 штук; 9) Методическое пособие – не более 5 штук;
29	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепараторов "Микроскопические организмы"	1) Образец для приготовления микропрепараторов одноклеточных грибов – не менее 5 упаковок; 2) Образец для приготовления микропрепараторов членистоногих – не менее 2 упаковки; 3) Вспомогательный компонент для создания микропрепараторов – не менее 100 г.; 4) Предметные стекла – не менее 60 штук; 5) Покровные стекла – не менее 90 штук; 6) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл – не менее 90 штук; 7) Препаровальная игла – не менее 5 штук; 8) Пинцет – не менее 5 штук; 9) Чашки Петри – не менее 10 штук; 10) Дозирующая емкость – не менее 5 штук; 11) Фильтровальная бумага – не менее 20 листов; 12) Методическое пособие – не более 5 штук;

Вариант № 3. Лаборатории "Биотехнологии", "Микроскопии", "Физиологии растений"
"Молекулярной биологии"

1.1. Оборудование

1	Гидропонная установка	3 яруса 180 x 75 x 55 для салатов, пряных трав, микрозелени, рассады и др. растений
2	Вентиляторы канальные	
3	Помпа многофункциональная, 28 Вт, 1700 л/ч	
4	Таймер для фитосветильника UST-E32 220 В	
5	Набор микроэлектроники для сборки схем на базе Ардуино часть 1	
6	Набор микроэлектроники обучающий на базе Ардуино часть 2	
7	Набор датчиков для использования в ситифермерстве на базе Ардуино часть 3	
8	Набор электронных датчиков и расходных материалов для проведения экспериментов по экологии	
9		Микроскоп Объективы: 4x, 10x и 40x

		Окуляр WF10x
		Линза Барлоу 2х
		Предметный столик с зажимами
		Диск с диафрагмами
		Конденсор
	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический	Встроенные нижний и верхний осветители на светодиодах
		Сетевой адаптер (питание 220 В, 50 Гц)
10	Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический с камерой для преподавателя	Увеличение, крат 40x - 1000x
		Визуальная насадка
		Бинокулярная с вертикальным фото/видео тубусом для установки цифровой камеры с фиксированным светodelением 50/50 (тринокуляр)
		Осветительная система Современный светодиодный осветитель с функцией регулировки уровня яркости
		Методы исследования Светлое поле,
		Объективы-ахроматы 4x, 10x, 40x, 100x МИ
		Окуляры широкопольные 10x
11	Источник питания для электрофореза	Выходное напряжение, В от 5 до 400
		Выходной ток, мА от 5 до 400
		Выходная мощность, Вт до 80
		Система защиты От короткого замыкания, разрыва цепи, утечки на землю, внезапного изменения нагрузки
		Таймер от 1 мин до 16 ч
		Количество независимых выходов 2
		Вес, кг 0,85
		Габариты, мм 120 x 60 x 180
12	Камера для электрофореза	Размеры геля, мм 120 x 170
		Количество образцов до 120
		Объем буфера, мл 500
		Габариты, мм 334 x 196 x 100
13	Трансиллюминатор	Длина волны проходящего света, нм 470
		Размер экрана, мм 200 x 200
		Режим работы прибора:
		- режим "синей подсветки" для гелей, окрашенных SYBR Green
		- режим "белой подсветки" для гелей, окрашенных серебром (Ag) или Кумасси
		Мощность прибора:
		- синий свет 25 Вт
		- белый свет 20 Вт
		Вес прибора, кг 3
		Итого, оборудование
	1.2. Расходные материалы	
1	Воронка диам. 56 мм, диаметр стебля 10,4 мм	

2	Грунт универсальный, 50 л	
3	Индикаторная бумага универсальная – 100 полосок в тубе, pH 0-12	
4	Коврик для микрозелени, агровата	
5	Колба коническая 100 мл	
6	Колба коническая 1000 мл	
7	Комплект для рассады, горшки со съемным дном	
8	Минеральные удобрения	комплект аммофос, карбамид (мочевина) натрий азотнокислый, сульфат аммония, калий хлористый, монокальций фосфат, суперфосфат двойной гранулированный
9	Набор готовых микропрепараторов	Руководство 12 чистых предметных стекол 20 чистых покровных стекол 80 готовых микропрепараторов
10	Набор из 10 тестов жикостных (pH, gH, kH и др.)	
11	Наборы для микроскопирования	
12	Нитриловые перчатки, смотровые, неопудренные	
13	Опрыскиватель комнатный	
14	Перекись водорода	
15	Перлит агротехнический, 10 л	
16	Пинцет анатомический общего назначения 250x2,5 мм	
17	Пипетки для переноса жидкости (Пастера) 3 мл, нестерильные	
18	Светильник диодный Р16 для растений	
19	Светильник светодиодный для выращивания рассады на прищепке	
20	Семена урожайных культур, набор семян	
21	Сетевой фильтр 5 розеток с заземлением 3x0.75 мм USB 1.5 м	
22	Стакан с носиком градуированный п/п, 50 мл	
23	Стакан с носиком и ручкой градуированный п/п, 500 мл	
24	Фильтры обеззоленные «Красная лента»	
25	Шланг силиконовый, внутр диаметр 5 мм	
26	Шпатель-ложка, п/с, 180 мм	
27	Рассадные касеты	
28		1) Краситель – не менее 100 мг.;

	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепараторов "Клетки человека"	2) Инструмент для отбора пробы (одноразовый) – не менее 25 штук; 3) Предметные стекла – не менее 30 штук; 4) Покровные стекла – не менее 45 штук; 5) Фильтровальная бумага – не менее 20 листов; 6) Препаровальная игла – не менее 5 штук; 7) Дозирующая емкость – не менее 5 штук; 8) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл – не менее 60 штук; 9) Методическое пособие – не более 5 штук;
29	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепараторов "Микроскопические организмы"	1) Образец для приготовления микропрепараторов одноклеточных грибов – не менее 5 упаковок; 2) Образец для приготовления микропрепараторов членистоногих – не менее 2 упаковки; 3) Вспомогательный компонент для создания микропрепараторов – не менее 100 г.; 4) Предметные стекла – не менее 60 штук; 5) Покровные стекла – не менее 90 штук; 6) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл – не менее 90 штук; 7) Препаровальная игла – не менее 5 штук; 8) Пинцет – не менее 5 штук; 9) Чашки Петри – не менее 10 штук; 10) Дозирующая емкость – не менее 5 штук; 11) Фильтровальная бумага – не менее 20 листов; 12) Методическое пособие – не более 5 штук;
30	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепараторов "Органы растений"	1) Образец для создания микропрепараторов оболочки клетки коры дерева – не менее 1 шт; 2) Вспомогательный компонент для создания микропрепараторов – не менее 20 г.; 3) Скальпель – не менее 1 шт; 4) Пинцет – не менее 5 штук; 5) Предметные стекла – не менее 60 штук; 6) Покровные стекла – не менее 90 штук; 7) Фильтровальная бумага – не менее 20 листов; 8) Препаровальная игла – не менее 5 штук; 9) Дозирующая емкость – не менее 5 штук; 10) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл – не менее 90 штук; 11) Пробирка пластиковая 1,5 мл – не менее 30 штук; 12) Чашки Петри – не менее 10 штук; 13) Методическое пособие – не более 5 штук;
31	Набор реагентов, расходных материалов и методических рекомендаций для изготовления микропрепараторов "Почвенные организмы"	1) Инструмент для отбора пробы (многоразовый) – не менее 5 штук; 2) Предметные стекла – не менее 30 штук; 3) Покровные стекла – не менее 45 штук; 4) Фильтровальная бумага – не менее 20 листов;

	5) Наконечники для автоматических дозаторов от 2 до 200 мкл – не менее 40 штук;
	6) Пробирка пластиковая 1,5 мл – не менее 40 штук;
	7) Методическое пособие – не более 5 штук;

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

3.2.2 Посуда

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

40.	стекла предметные	50
41.	стекла покровные	50
42.	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 привлечения педагогов с указанными компетенциями, занятия ведет педагог – наставник кружка с использованием онлайн-ресурсов на образовательных платформах.

3.4. Информационное обеспечение:

- Образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета – <https://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 микропрепараторов 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

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ботаника. Учебник для вузов. В 4 томах. Т. 2. Физиология растений / П. Зитте, Э. В. Вайлер, Й. В. Кадерайт [и др.] ; на основе учебника Э. Страсбургера [и др.] ; пер. с нем. О. В. Артемьевой [и др.] ; под ред. В. В. Чуба. – Москва : Академия, 2008. – 496 с. – ISBN 978-5-7695-2745-6.
2. Хелдт, Ганс-Вальтер. Биохимия растений / Ганс-Вальтер Хелдт ; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.] ; под ред. А. М. Носова, В. В. Чуба. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с. – (Лучший зарубежный учебник). – ISBN 978-5-94774-795-9.
3. Физиология растений : учебник для студентов вузов / Н. Д. Алексина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко [и др.] ; под ред. проф. И. П. Ермакова. – Москва : Академия, 2005. – 640 с. – ISBN 5-7695-1669-0.
4. Зaborская О.Ю. Труд (Технология). Растениеводство и животноводство : 7-8-е классы : учебное пособие / О.Ю. Зaborская, О.Н. Логвинова. – Москва : Просвещение, 2025. – 127 с.
5. Медведев, С. С. Физиология растений : учебник для студентов и аспирантов биол. фак. ун-тов / С. С. Медведев ; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 2004. – 336 с. – ISBN 5-288-03347-1.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Biochemistry and Molecular Biology of Plants / edited by Bob B. Buchanan, Wilhelm Gruissem, Russell L. Jones. – 2-ed. – Chichester, West Sussex : Wiley-Blackwell, 2015. – 1264 p. – ISBN 978-0470714225.

- Биология Campbell. В 3 томах. Том 1. Химия жизни. Клетка. Генетика / Д. Б. Рис, Л. А. Урри, М. Л. Кейн [и др.] ; перевод с английского О. В. Аверчевой , К. А. Андреевой, М. Д. Барановской. – Москва: Диалектика, 2023. – 672 с. – ISBN 978-5-907203-88-4.
- Биология Campbell. В 3 томах. Том 2. Механизмы эволюции. Эволюция и биоразнообразие. Растительные формы жизни / Д. Б. Рис, Л. А. Урри, М. Л. Кейн [и др.]; под редакцией М. М. Половицкой, О. Н. Шиловой, Д. М. Мартыновой. – Москва: Диалектика, 2023. – 576 с. – ISBN 978-5-907515-13-0.
- Биология Campbell. В 3 томах. Том 3. Животные формы жизни и их функционирование. Экология / Д. Б. Рис, Л. А. Урри, М. Л. Кейн [и др.] ; под редакцией М. М. Половицкой, О. Н. Шиловой, Д. М. Мартыновой. – Москва: Диалектика, 2023. – 575 с. – ISBN 978-5-907705-68-5.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- Биотехнологии: генная инженерия // Stepik : [сайт]. – 2013–2025. – URL: <https://stepik.org/course/94/info> (дата обращения: 12.08.2025).
- Химия для всех // Stepik : [сайт]. – 2013–2025. – URL: <https://stepik.org/course/136548/promo> (дата обращения: 12.08.2025).
- Базовый курс по биологии // Stepik : [сайт]. – 2013–2025. – URL: <https://stepik.org/course/78909/promo> (дата обращения: 12.08.2025).
- Электронная библиотека учебных материалов по химии // ChemNet : [сайт]. – URL: <https://www.chem.msu.su/rus/elibrary> (дата обращения: 12.08.2025).
- Мануйлов, А. В. Основы химии. Интернет-учебник / А. В. Мануйлов, В. И. Родионов // Новосибирский государственный университет : [сайт]. – 2001–2025. – URL: <http://www.hemi.nsu.ru> (дата обращения: 13.08.2025).
- 12 методов в картинках: генная инженерия. Часть I, историческая / О. Волкова, О. Пташник // Биомолекула: [сайт]. – 2007–2025. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaiia?ysclid=l6d9rebws9167381293> (дата обращения: 02.07.2025).
- Биоинформатика и геномика: 10 лекций биоинформатика Михаила Гельфанда о технологиях анализа молекулярно-биологических данных // ПостНаука : [сайт]. – 2012–2025. – URL: <https://postnauka.org/courses/42433> (дата обращения: 02.07.2025).
- Биология клетки : 10 лекций биолога Евгения Шеваля об устройстве и функционировании самой элементарной живой системы // ПостНаука : [сайт]. – 2012–2025. – URL: <https://postnauka.org/courses/17529> (дата обращения: 02.07.2025).
- Технология управления свойствами биологических объектов: методы биоинформатики и молекулярной биологии // VK Видео: социальная сеть. – 2021–2025. – URL: https://vkvideo.ru/playlist/-205185234_21 (дата обращения: 02.07.2025).

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

г. Сургут, 2025 год

Методическая карта вводного модуля "Введение в инженерные биологические системы и НТО" (12 часов)

Ключевой результат обучения по модулю - объяснять принципы научно-технологической олимпиады в контексте личного образовательного и профессионального развития

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Знакомство с инженерными биологическими системами и оборудованием кружка	<ul style="list-style-type: none"> • Что такое инженерные биологические системы: простыми словами о сложном • Примеры инженерных биологических систем вокруг нас (аквариум, теплица, гидропонная установка) • Современные технологии выращивания растений без почвы • Знакомство с оборудованием кружка: гидропонная установка, микроскопы, датчики • Техника безопасности при работе в кружке • Какие интересные проекты мы сможем реализовать 	<ul style="list-style-type: none"> • Входная анкета "Что я знаю о растениях и технологиях выращивания" • Интерактивная экскурсия по лаборатории с демонстрацией оборудования • Игра "Найди применение" (участникам предлагается придумать применение для различных видов оборудования) • Составление простой схемы "Что нужно растению для роста" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять простыми словами, что такое инженерные биологические системы • Приводить примеры инженерных биологических систем из повседневной жизни • Называть основные элементы оборудования кружка и их назначение • Соблюдать правила техники безопасности при работе с оборудованием
2. Что такое НТО и как решать интересные задачи	<ul style="list-style-type: none"> • Национальная технологическая олимпиада: что это и почему это интересно • Как устроена НТО: отборочные этапы и финал простыми словами • Знакомство с профилем "Инженерные биологические системы" • Какие задачи решают участники олимпиады (с примерами простых задач) • Работа в команде: почему это важно и 	<ul style="list-style-type: none"> • Викторина "Что я узнал о НТО" • Решение упрощенной демоверсии задачи из отборочного этапа прошлых лет (подсчет количества растений на установке) • Групповая игра "Построй башню" на развитие командной работы • Обсуждение "Какая роль в команде мне ближе" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять своими словами, что такое Национальная технологическая олимпиада • Описывать особенности профиля "Инженерные биологические системы" • Решать простые задачи, аналогичные заданиям отборочного этапа • Работать в команде и определять свои сильные стороны

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	как распределять роли • Интересные проекты прошлых лет		
3. Как учёные исследуют мир: основы научного метода	<ul style="list-style-type: none"> • Кто такие учёные и как они проводят исследования • Научный метод простыми словами: наблюдение, вопрос, гипотеза, эксперимент, вывод • Как правильно наблюдать за растениями • Как задавать исследовательские вопросы • Как спланировать простой эксперимент • Зачем нужен лабораторный журнал и как его вести • Как представлять результаты исследований 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Научный метод" • Упражнение "Придумай исследовательский вопрос" (о факторах, влияющих на рост растений) • Мини-игра "Детективы" (определение причин проблем с растениями по подсказкам) 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять основные шаги научного метода простыми словами • Формулировать простые исследовательские вопросы • Предлагать способы проверки простых гипотез о росте растений
4. Микроскопия и визуализация клеток	<ul style="list-style-type: none"> • Устройство светового микроскопа • Правила работы с микроскопом • Приготовление микропрепараторов • Основные методы микроскопии • Единицы измерения в микроскопии 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа: знакомство с устройством микроскопа • Упражнения по настройке освещения и фокусировке • Составление инструкции по работе с микроскопом • Изучение готовых микропрепараторов из набора 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать устройство светового микроскопа • Настраивать микроскоп для работы • Соблюдать правила техники безопасности при работе с микроскопом • Рассчитывать увеличение микроскопа • Изготавливать простые временные микропрепараторы • Документировать результаты микроскопических наблюдений
5. Основы микроскопической техники и	• Принципы ведения лабораторного журнала	• Лабораторная работа "Изготовление временных	<ul style="list-style-type: none"> • Применять правила работы с микроскопом на

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
ведение лабораторного журнала	<ul style="list-style-type: none"> • Оформление результатов микроскопирования • Интересные растительные объекты для микроскопирования: кожица лука, клетки томата, эпидермис листа элодеи, волоски тыквы, хромопласты моркови, пыльца цветов, устьица герани • Техника фотографирования и зарисовки микропрепаратов 	<ul style="list-style-type: none"> микропрепаратов различных растительных клеток" • Оформление результатов наблюдений в лабораторном журнале с зарисовками, указанием увеличения, даты, условий наблюдения • Составление сравнительной таблицы "Клетки растений под микроскопом" • Создание фотоатласа микропрепаратов (с использованием смартфонов или микроскопа с камерой) 	<p>практике</p> <ul style="list-style-type: none"> • Изготавливать временные микропрепараты растительных клеток -с использованием различных красителей • Вести лабораторный журнал в соответствии с научными стандартами • Документировать результаты микроскопических исследований в виде рисунков, фотографий и описаний
6. Регистрация на НТО и разбор интересных заданий прошлых лет	<ul style="list-style-type: none"> • Как зарегистрироваться на платформе НТО • Знакомство с интерфейсом и навигацией сайта олимпиады • Простые задачи из отборочных этапов прошлых лет по профилю ИБС • Повторение ключевых знаний по биологии растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа: регистрация на платформе НТО (при наличии технической возможности) • Разбор и решение заданий прошлых лет (с упрощенными расчетами) • Работа в парах: взаимная проверка знаний по биологии растений • Итоговый опрос "Что я узнал и чему научился" 	<ul style="list-style-type: none"> • Решать простые задачи отборочного этапа с минимальной помощью

Рекомендации по проведению занятий модуля

1. Организация работы с видеоуроком НТО

- Просмотр видеоурока с паузами для обсуждения сложных моментов
- Использование техники "подумай-обсуди-поделись" для активизации мышления
- Конспектирование ключевых идей в ходе просмотра
- Предоставление дополнительных материалов для самостоятельного изучения

2. Методика проведения практических работ

- Разделение участников на малые группы (3-4 человека)
- Предоставление четких инструкций и критериев оценивания
- Обязательное обсуждение результатов и рефлексия
- Связь практических заданий с реальными задачами из олимпиады

3. Работа с заданиями прошлых лет

- Анализ типовых ошибок участников
- Обсуждение стратегий решения сложных заданий
- Объяснение системы оценивания
- Предоставление дополнительных заданий для самостоятельной работы

4. Повторение биологических концепций

- Использование визуальных средств (схемы, таблицы, изображения)
- Акцент на связь теоретических знаний с практическими заданиями
- Использование мнемонических приемов для запоминания сложной информации
- Проведение мини-опросов для закрепления материала

5. Мотивационные аспекты

- Объяснение практической значимости геномного редактирования
- Рассказ об успехах предыдущих участников олимпиады
- Объяснение перспектив, которые открывает победа в НТО
- Создание позитивной и поддерживающей атмосферы

Занятия по микроскопированию и ведению лабораторного журнала

1. Микроскопическое оборудование

- Начинать с изучения готовых микропрепаратов для формирования базовых навыков микроскопирования
- Постепенно переходить к изготовлению временных препаратов, используя наборы "Органы растений"
- Использовать микроскоп с камерой для преподавателя для демонстрации микропрепаратов всей группе

1. Подготовка растительного материала:

- Заранее подготовьте разнообразные растительные образцы: свежие листья элодеи, срезы моркови с хромопластами, кожицу чешуи лука, волоски с листьев тыквы или герани, пыльцу цветов
- Предложите учащимся принести интересные растительные объекты из дома

2. Организация лабораторного журнала:

- Используйте тетради в клетку формата А4 с плотными страницами
- Разработайте и распечатайте шаблон первой страницы с полями для заполнения: ФИО, дата начала, тема проекта

- Обучите структурированию записей: дата, цель наблюдения, материалы и методы, результаты, выводы
3. Обучение изготовлению микропрепаратов:
- Демонстрируйте каждый этап изготовления микропрепарата на микроскопе с камерой
 - Покажите технику приготовления среза скальпелем/лезвием, нанесения капли воды, покрытия покровным стеклом
 - Продемонстрируйте методы окрашивания: йодом для крахмала, метиленовым синим для цитоплазмы

Подбор препаратов растений и расходных материалов из доступных в быту

1. Доступные растительные объекты:

- Листья комнатных растений (традесканция, бегония, хлорофитум) - для изучения хлоропластов
- Мякоть помидора, красный перец - для наблюдения хромопластов и клеточных стенок
- Краснокочанная капуста - для наблюдения антоцианов в клеточном соке
- Стебель бальзамина, листья элодеи, герани - для наблюдения движения цитоплазмы
- Микрозелень (пшеница, редис, горчица) - для изучения корневых волосков и зон роста

Методическая карта модуля "Ботаника и физиология растений" (22 ч, 11 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения по модулю "Ботаника и физиология растений"
 - проектировать условия выращивания растений с учетом их морфологических, анатомических и физиологических особенностей для оптимизации роста и развития в гидропонных системах

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в ботанику. Основные растительные ткани	<ul style="list-style-type: none"> • Ботаника как наука, ее связь с другими науками • Клеточное строение растений • Основные типы растительных тканей: образовательные, покровные, проводящие, механические, основные • Функции различных тканей растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Тестирование "Типы растительных тканей" • Составление таблицы "Типы растительных тканей и их функции" • Лабораторная работа: изготовление и изучение временных микропрепаратов растительных тканей с использованием микроскопа. • Зарисовка микропрепаратов с указанием структурных элементов 	<ul style="list-style-type: none"> • Идентифицировать основные типы растительных тканей на микропрепаратах • Характеризовать функции различных типов тканей в жизнедеятельности растений • Изготавливать временные микропрепараты растительных тканей с использованием набора для микроскопирования
2. Корень: анатомическое и микроскопическое строение	<ul style="list-style-type: none"> • Корень как вегетативный орган растения • Зоны корня и их функции • Первичное и вторичное строение корня • Корневые системы: стержневая, мочковатая, смешанная • Видоизменения корней и их функции 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа: изучение микропрепаратов строения корня • Заполнение сравнительной таблицы "Типы корневых систем" • Зарисовка препаратов "Зоны корня" • Решение задач на определение типа корневой системы по фотографиям растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать зоны корня и их функциональное значение для растения • Сравнивать различные типы корневых систем с точки зрения их адаптации к среде • Анализировать микропрепараты поперечного среза корня с выявлением особенностей его внутреннего строения

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
3. Выращивание микрозелени	<ul style="list-style-type: none"> • Микрозелень: понятие, особенности, питательная ценность • Виды растений, подходящие для выращивания микрозелени (редис, горчица, кресс-салат, подсолнечник, базилик, руккола) • Подготовка семян к проращиванию (сортировка, дезинфекция, замачивание) • Выбор подходящих субстратов для микрозелени (агровата, перлит, кокосовое волокно) 	<p>Старт мини-проекта по выращиванию микрозелени:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбор культур для выращивания микрозелени и обоснование выбора • Подготовка семян к проращиванию (сортировка, замачивание) • Подготовка субстрата (агроваты) и контейнеров • Высев семян и их распределение по поверхности субстрата • Оформление первой страницы лабораторного журнала с планом проекта, фиксацией исходных данных и гипотезой • Заполнение таблицы начальных параметров в лабораторном журнале 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбирать оптимальные культуры для выращивания микрозелени с учетом их биологических особенностей • Подготавливать семена различных культур к проращиванию с учетом их видовых особенностей • Планировать эксперимент по выращиванию микрозелени • Вести лабораторный журнал с фиксацией всех этапов проекта
4. Мини-проект "Выращивание микрозелени": наблюдение и анализ роста	<ul style="list-style-type: none"> • Факторы, влияющие на рост и развитие микрозелени (свет, влажность, температура) • Методы контроля параметров среды выращивания • Особенности развития микрозелени разных культур • Фенологические наблюдения и измерения • Проблемы при выращивании микрозелени и пути их решения 	<ul style="list-style-type: none"> • Измерение высоты ростков и документирование результатов в лабораторном журнале • Фотофиксация этапов роста микрозелени • Составление графика роста для различных культур 	<ul style="list-style-type: none"> • Проводить фенологические наблюдения за ростом и развитием микрозелени • Измерять и документировать параметры роста растений • Анализировать влияние различных факторов на рост микрозелени • Корректировать условия выращивания для оптимизации роста растений

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
5. Мини-проект "Выращивание микрозелени": завершение проекта и презентация результатов	<ul style="list-style-type: none"> • Оценка готовности микрозелени к сбору урожая • Критерии качества микрозелени • Техника сбора урожая микрозелени • Расчет урожайности различных культур • Оценка вкусовых качеств и органолептических свойств • Анализ результатов проекта 	<ul style="list-style-type: none"> • Сбор урожая микрозелени и оценка его качества • Измерение массы собранного урожая и расчет урожайности • Дегустация выращенной микрозелени с оценкой вкусовых качеств • Подготовка групповой презентации по результатам проекта • Публичная защита презентации и обсуждение результатов 	<ul style="list-style-type: none"> • Определять оптимальные сроки сбора урожая микрозелени • Рассчитывать урожайность и эффективность выращивания различных культур • Оценивать качество полученной продукции по комплексу признаков • Анализировать и презентовать результаты проекта
6. Побег: анатомическое и микроскопическое строение	<ul style="list-style-type: none"> • Побег как вегетативный орган растения • Строение и функции стебля • Первичное и вторичное строение стебля • Типы ветвления побегов • Почки: строение, типы, расположение 	<ul style="list-style-type: none"> •Лабораторная работа: изучение микропрепараторов строения стебля и почек. Зарисовка схемы строения побега •Составление сравнительной характеристики стеблей однодольных и двудольных растений • Составление коллекции типов почек различных растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Идентифицировать различные типы побегов и почек растений • Анализировать микропрепараты поперечного среза стебля растений различных групп • Объяснять взаимосвязь между анатомическим строением стебля и его функциями
7. Агротехнические приемы формирования побеговой системы	<ul style="list-style-type: none"> • Обрезка и формирование кроны растений • Пасынкование, прищипывание, пикировка • Влияние условий выращивания на развитие побеговой системы • Факторы, влияющие на рост побегов 	<ul style="list-style-type: none"> • Разработка плана формирования побеговой системы для конкретных видов растений • Практическое применение методов формирования растений • Анализ влияния различных агротехнических 	<ul style="list-style-type: none"> • Применять агротехнические приемы формирования побеговой системы растений при их выращивании • Оценивать эффективность различных методов формирования растений

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
		приемов на развитие растений	
8. Агротехнические приемы формирования корневых систем	<ul style="list-style-type: none"> • Факторы, влияющие на развитие корневой системы • Методы стимуляции корнеобразования • Способы размножения растений с использованием корней • Требования к субстратам для развития корневой системы 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление инструкции по правильному уходу за корневой системой растений в гидропонной установке • Подготовка черенков для выращивания в различных субстратах • Наблюдение и документирование процесса корнеобразования <p>Практическая работа: "Черенкование растений и стимуляция корнеобразования"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Применять различные методы стимуляции корнеобразования при вегетативном размножении растений • Подбирать оптимальные субстраты для выращивания растений с учетом особенностей их корневых систем • Проектировать эксперимент по сравнению эффективности различных стимуляторов корнеобразования
9. Генеративные органы растений	<ul style="list-style-type: none"> • Цветок: строение, функции • Соцветия и их биологическое значение • Опыление и его типы • Плоды: типы, строение, способы распространения • Семя: строение, типы, прорастание 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление формулы и диаграммы цветка • Определение типов соцветий и плодов по коллекционному материалу • Составление схемы классификации плодов <p>Лабораторная работа: "Изучение строения цветков и плодов различных растений"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать строение и функции генеративных органов растений • Классифицировать типы соцветий, цветков и плодов • Объяснять взаимосвязь между строением цветка, способом опыления и типом образующегося плода
10. Высшие и низшие споровые растения	<ul style="list-style-type: none"> • Принципы классификации растений • Низшие растения: водоросли, их систематика и представители • Жизненные циклы водорослей • Высшие споровые растения: мхи, 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление сравнительной таблицы основных отделов растений • Зарисовка схем жизненных циклов представителей разных групп • Определение представителей различных групп по 	<ul style="list-style-type: none"> • Сравнивать особенности строения и размножения различных групп растений • Анализировать жизненные циклы низших и высших споровых растений • Определять принадлежность

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	хвощи, плауны, папоротники • Особенности жизненных циклов высших споровых	гербарному материалу Лабораторная работа: "Изучение представителей низших и высших споровых растений"	растений к определенным систематическим группам на основе их морфологических признаков
11. Семенные растения и их значение	• Голосеменные и покрытосеменные растения • Жизненные циклы семенных растений • Основные классы и семейства покрытосеменных • Значение различных групп растений для человека щью определителя"	• Составление определительных карточек для распознавания важнейших семейств покрытосеменных • Создание информационного буклета о хозяйственном значении различных групп растений • Составление списка растений, используемых в гидропонных системах • Лабораторная работа: "Определение растений с помо	• Идентифицировать представителей основных семейств покрытосеменных растений • Объяснять значение различных групп растений для медицины, сельского хозяйства и биотехнологии • Прогнозировать возможности использования растений различных систематических групп в инженерно-биологических системах

Методические рекомендации по изучению модуля "Ботаника и физиология растений"

Организация учебного процесса

1. Структура проведения занятий:

- Начинать каждое занятие с актуализации знаний, полученных на предыдущем занятии
- Использовать проблемный метод обучения (постановка вопроса → предположения → эксперимент → результат)
- Чередовать теоретические блоки (не более 20 минут) с практической деятельностью
- Завершать занятие рефлексией и формулировкой выводов самими учащимися

2. Практическая направленность:

- Проводить не менее 70% времени в формате практических работ
- Организовывать работу в малых группах с распределением ролей

- Связывать теоретические понятия с задачами олимпиады НТО и реальной практикой

Рекомендации по проведению мини-проекта "Выращивание микрозелени"

1. Занятие 3 (запуск проекта):

- Приготовьте коллекцию семян различных культур, подходящих для микрозелени
- Продемонстрируйте образцы готовой микрозелени (свежей или на фотографиях)
- Разделите участников на группы по 3-4 человека, каждая группа выбирает 2-3 культуры
- Обеспечьте каждую группу лотками, ковриками для микрозелени, семенами
- Для повышения мотивации объявили конкурс на лучший урожай микрозелени

2. Занятие 4 (наблюдение и анализ роста):

- Организуйте фотофиксацию роста растений через равные промежутки времени
- Разработайте таблицу для ежедневного фиксирования параметров: высота ростков, состояние семядолей, цвет
- Подготовьте простые инструменты для измерений: линейки, весы
- Обсудите факторы, которые могут влиять на неравномерность роста растений

3. Занятие 5 (завершение проекта):

- Подготовьте ножницы для срезки микрозелени, чистые контейнеры для сбора урожая, весы
- Разработайте критерии оценки качества микрозелени: внешний вид, аромат, вкус, урожайность
- Создайте шаблон для презентации результатов, включающий разделы: цель, методы, наблюдения, результаты, выводы
- Организуйте дегустацию выращенной микрозелени с оценкой вкусовых качеств
- Подготовьте символические награды для повышения мотивации

Методические приемы для повышения эффективности обучения

1. Наглядность и визуализация:

- Использовать натуральные объекты, гербарии, коллекции семян и плодов

- Применять анимации и видеофрагменты для демонстрации динамичных процессов
- Обучать созданию схем и моделей растительных структур

2. Стимулирование мотивации:

- Демонстрировать практическую значимость полученных знаний и навыков
- Организовывать конкурсы между мини-группами (например, на лучший урожай микрозелени)
- Создавать ситуации успеха для каждого учащегося

3. Формирование исследовательских навыков:

- Обучать методике научного исследования: наблюдение → гипотеза → эксперимент → анализ → выводы
- Тренировать умение документировать результаты наблюдений и экспериментов
- Развивать навыки критического анализа полученных данных

Методическая карта модуля "Клетка" (14 часов, 7 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения по модулю - анализировать связь между клеточным строением растений, физиологическими процессами и условиями выращивания в гидропонных системах для оптимизации параметров культивирования и повышения продуктивности растений.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Клетка как структурная и функциональная единица живого	<ul style="list-style-type: none"> • История открытия клетки и развития клеточной теории • Методы изучения клеток: световая микроскопия, электронная микроскопия • Общий план строения клетки • Разнообразие клеток: прокариоты и эукариоты • Принципы клеточной организации растений в условиях традиционного и гидропонного выращивания 	<ul style="list-style-type: none"> • Тестирование "Основные положения клеточной теории" • Заполнение таблицы "Сравнение методов изучения клетки" • Работа с интерактивной моделью клетки (онлайн-ресурс или приложение) • Анализ фотографий клеток различных организмов с подписями структур 	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать основные положения клеточной теории • Различать типы клеточной организации (прокариотическая и эукариотическая) • Объяснять связь между клеточным строением и особенностями выращивания растений • Описывать различия в строении клеток разных групп организмов
2. Клеточные мембранны и поверхностный аппарат клетки	<ul style="list-style-type: none"> • Строение и функции биологических мембран • Жидкостно-мозаичная модель мембраны • Проницаемость мембран • Транспорт веществ через мембрану: пассивный и активный • Особенности поверхностного аппарата растительной клетки: клеточная стенка 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Наблюдение плазмолиза и деплазмолиза в клетках кожицы лука в растворах соли разной концентрации" • Составление схемы "Способы транспорта веществ через мембрану" • Решение задач на осмос и диффузию • Создание модели клеточной мембраны из подручных материалов 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать строение клеточной мембранны и клеточной стенки • Объяснять механизмы транспорта веществ через мембрану • Прогнозировать изменения в клетках при различных концентрациях веществ в окружающей среде • Моделировать процессы, происходящие в клеточной мембране
3. Ядро, цитоплазма и органоиды клетки	<ul style="list-style-type: none"> • Цитоплазма и ее функции • Органоиды движения: реснички, жгутики 	<ul style="list-style-type: none"> • Заполнение таблицы "Органоиды клетки и их функции" • Изучение 	<ul style="list-style-type: none"> • Идентифицировать основные органоиды на

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<ul style="list-style-type: none"> • Немембранные органоиды: рибосомы, клеточный центр, микротрубочки • Мембранные органоиды: эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы • Сравнение растительной и животной клеток 	<ul style="list-style-type: none"> органоидов на готовых микропрепаратах из набора • Составление "паспорта" органоида (структура, функции, особенности) • Игра "Узнай органоид по описанию" 	<ul style="list-style-type: none"> микропрепаратах и схемах • Описывать функции различных органоидов клетки • Объяснять взаимосвязь между строением органоидов и их функциями • Сравнивать органоиды растительной и животной клеток
4. Пластиды и вакуоли растительной клетки	<ul style="list-style-type: none"> • Типы пластид: хлоропласты, хромопlastы, лейкопlastы • Строение и функции хлоропластов • Пигменты пластид: хлорофиллы, каротиноиды • Вакуоли растительных клеток: строение и функции • Клеточный сок и его состав 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Изучение хлоропластов в клетках листьев комнатных растений" • "Извлечение пигментов из листьев растений и красных/оранжевых овощей с помощью спирта" • Составление сравнительной таблицы "Типы пластид" • Лабораторный опыт «Наблюдение антоцианов в клеточном соке краснокочанной капусты» 	<ul style="list-style-type: none"> • Различать типы пластид в растительных клетках • Объяснять значение пластид и вакуолей для жизнедеятельности растений • Анализировать влияние условий выращивания на развитие пластид • Выделять пигменты из растительных тканей и объяснять их значение
5. Энергетические процессы в клетке	<ul style="list-style-type: none"> • Источники энергии для клетки • Митохондрии: строение и функции • Клеточное дыхание: этапы и значение • Взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза • Энергетический обмен в растительной клетке и его значение для роста растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление схемы "Энергетический обмен в клетке" • Работа с готовыми микропрепаратами митохондрий • Составление сравнительной таблицы "Дыхание и фотосинтез" • Лабораторный опыт: обнаружение выделения CO₂ прорастающими семенами с помощью известковой воды 	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать строение и функции митохондрий • Описывать этапы клеточного дыхания • Объяснять взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза в растительной клетке • Оценивать влияние условий среды на интенсивность энергетического обмена

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
6. Фотосинтез как основа жизни растений	<ul style="list-style-type: none"> • Световая и темновая фазы фотосинтеза • Факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза • Экологическое значение фотосинтеза • Практическое применение знаний о фотосинтезе для оптимизации выращивания растений • Связь фотосинтеза с продуктивностью растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Влияние света на образование крахмала в листьях (проба с йодом)" • Составление схемы "Фазы фотосинтеза" • Анализ данных о влиянии разных условий на интенсивность фотосинтеза • Создание памятки "Оптимальные условия для фотосинтеза в гидропонной системе" 	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать этапы фотосинтеза • Анализировать факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза • Планировать эксперимент по изучению факторов, влияющих на фотосинтез • Прогнозировать продуктивность растений на основе знаний о фотосинтезе
7. Деление клеток и рост растений	<ul style="list-style-type: none"> • Клеточный цикл • Митоз: фазы и значение • Мейоз: фазы и значение • Особенности деления клеток в точках роста растений • Практическое значение знаний о клеточном делении для выращивания растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Изучение готовых микропрепараторов с фазами митоза • Составление сравнительной таблицы "Митоз и мейоз" • Создание динамической модели митоза с помощью цветной бумаги или пластилина 	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать фазы клеточного цикла • Сравнивать процессы митоза и мейоза • Выявлять фазы митоза на микропрепаратах • Объяснять связь между делением клеток и ростом растений

Методические рекомендации по изучению модуля "Клетка"

Технология достижения результатов обучения

- На каждом занятии выделяйте 20-30 минут на теорию и 40-50 минут на практические работы
- Постоянно устанавливайте связь между клеточным строением/процессами и реальными явлениями в гидропонных системах
- Используйте обратный подход: от наблюдаемых явлений в гидропонике к их объяснению на клеточном уровне

Практикоориентированность занятий как способ мотивации

1. Связь с реальными задачами:

- Формулируйте проблемные вопросы, связанные с гидропонным выращиванием: "Почему растения вянут при избытке удобрений?", "Как повысить эффективность фотосинтеза?"

- Объясните, как клеточные процессы влияют на продуктивность растений в гидропонной установке
 - Показывайте примеры заданий из олимпиады НТО, где требуются знания о клетке
2. Элементы проектной деятельности:
- Организуйте соревнование между группами по разработке наиболее эффективных рекомендаций
 - Обсуждайте перспективы применения полученных знаний в следующих модулях

Методическая карта модуля "Основы химии" (20 часов)

Ключевой результат обучения по модулю - анализировать влияние химического состава питательных сред на рост и развитие растений в гидропонных системах для оптимизации условий их выращивания.

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Химические элементы, важные для жизни	<ul style="list-style-type: none"> • Углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера: их роль в живых организмах • Положение биогенных элементов в периодической системе • Макро- и микроэлементы растений, в организме человека • Органогены: что делает элементы важными для жизни 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа: обнаружение углерода в органических веществах (обугливание) • Составление схемы "Биогенные элементы и их функции" • Групповое обсуждение "Почему именно эти элементы важны для жизни?" 	<ul style="list-style-type: none"> • Перечислять основные биогенные элементы • Описывать роль основных биогенных элементов в организме • Объяснять, почему именно эти элементы стали основой жизни • Анализировать содержание элементов в разных биологических структурах
2. Строение атома. Периодическая система Менделеева	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие атом. Структура атома. протоны, нейтроны, электроны Атомный номер и атомная масса Периодическая система элементов. Биогенные элементы в таблице Менделеева и их электронные оболочки 	<p>Практическая работа: Моделирование атомов углерода, азота, кислорода с помощью конструктора или пластилина</p> <ul style="list-style-type: none"> • Мини-исследование: Определение элементного состава минеральных удобрений по этикеткам, сравнение с потребностями растений • Расчет количества протонов, нейтронов, электронов в изотопах биогенных элементов • Групповая работа «Создание "паспортов" биогенных элементов (C, N, O, P, S) с указанием их роли в организмах» • Мини-доклады "Почему этот элемент важен для 	<ul style="list-style-type: none"> • Различать понятия атомный номер, атомная масса и изотопы • Объяснять строение атома • Определять количество электронов на внешней оболочке по положению элемента в таблице • Объяснять связь между положением элемента в периодической системе и его химическими свойствами

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
		"жизни?" (каждая группа - свой элемент)	<ul style="list-style-type: none"> • Называть биологически важные элементы и их роль в живых организмах
3. Химические связи: как атомы объединяются в молекулы	<ul style="list-style-type: none"> • Ковалентная связь: полярная и неполярная • Ионная связь • Водородная связь и ее особенности • Электроотрицательность элементов • Значение разных типов связей для биологических молекул 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа с моделями молекул: определение типа связи • Заполнение сравнительной таблицы типов химических связей • Игра "Составь молекулу" с использованием атомных карточек 	<ul style="list-style-type: none"> • Различать основные типы химических связей • Объяснять механизм образования ковалентной и ионной связи • Прогнозировать тип связи между атомами на основе их положения в периодической системе • Приводить примеры биологически важных молекул с разными типами связей
4. Вода - основа жизни	<ul style="list-style-type: none"> • Строение молекулы воды • Понятие о полярности молекулы воды • Агрегатные состояния воды • Уникальные свойства воды и их значение для жизни • Понятие о диполе и дипольном моменте • Механизм образования водородных связей • Особенности водородных связей в воде • Влияние водородных связей на физические свойства воды Гидрофильные и гидрофобные взаимодействия 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа: исследование свойств воды (поверхностное натяжение, растворяющая способность) • Создание схемы "Вода в организме: где и зачем" • Мини-исследование "Сколько воды в разных продуктах питания" Демонстрационные опыты по полярности молекул • Моделирование водородных связей между молекулами воды 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать строение молекулы воды • Объяснять, почему вода является полярной молекулой • Перечислять уникальные свойства воды • Анализировать значение свойств воды для живых организмов • Объяснять, что такое диполь и как он образуется • Описывать механизм образования водородной связи Прогнозировать поведение веществ в воде на основе их полярности

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	Биологические функции воды		
5. Растворы и их значение для биологических процессов	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие о растворах и растворимости • Растворитель и растворенное вещество • Гидратация ионов в растворах • Диффузия и осмос • Биологические жидкости как сложные растворы 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа: Тестирование растворимости различных веществ (соль, сахар, мел, масло) с объяснением результатов • Мини-исследование: Сравнение скорости растворения сахара при разной температуре и размере кристаллов • Демонстрационный опыт "Оsmos с помощью целлофанового мешочка" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять, что такое растворы и растворимость веществ • Различать растворитель и растворенное вещество • Описывать процесс растворения и образования гидратных оболочек • Объяснять роль воды как универсального растворителя • Объяснять явления диффузии и осмоса в живых организмах
6. Концентрация растворов	<ul style="list-style-type: none"> • Концентрация растворов. Способы выражения концентрации растворов. Массовая доля. Молярность. приготовление растворов заданной концентрации 	<ul style="list-style-type: none"> • Решение задач на расчет концентрации растворов. • Типология расчетных задач на концентрацию • Лабораторная работа: приготовление растворов заданной концентрации 	<ul style="list-style-type: none"> • Готовить растворы заданной концентрации • Рассчитывать массовую долю и молярность растворов
7. Электролиты и их диссоциация	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие об электролитах и неэлектролитах • Механизм электролитической диссоциации • Сильные и слабые электролиты • Степень диссоциации • Ионы в растворах и их биологическая роль • Электролитный баланс в организме 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа: определение электропроводности различных растворов • Составление схем диссоциации различных электролитов • Демонстрационный опыт "Проводимость биологических жидкостей" 	<ul style="list-style-type: none"> • Различать электролиты и неэлектролиты • Объяснять механизм электролитической диссоциации • Записывать уравнения диссоциации различных веществ • Анализировать роль ионов в функционировании живых систем • Объяснять

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
			понятие электролитного баланса
8. Кислоты и основания. Индикаторы	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие о кислотах и основаниях • Классификация и номенклатура кислот и оснований • Сила кислот и оснований • Кислоты и основания в живых организмах, Индикаторы 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа: определение кислот и оснований с помощью индикаторов • Составление таблицы "Кислоты и основания в организме человека" • Демонстрационные опыты с природными индикаторами (сок краснокочанной капусты) 	<ul style="list-style-type: none"> • Определять кислоты и основания по их формулам • Объяснять кислотно-основные свойства с позиции теории электролитической диссоциации • Использовать индикаторы для определения кислот и оснований
9. pH и его роль в биологических процессах	<p>Водородный показатель. Шкала РН. Измерение pH. pH в живых организмах.</p> <p>Понятие о буферных системах</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа: Измерение pH различных растворов (водопроводная вода, питательные растворы, почвенные вытяжки) с использованием pH-метра и сравнение с показаниями индикаторной бумаги • Эксперимент с природными индикаторами: Приготовление индикаторов из краснокочанной капусты и чая каркаде, тестирование их на растворах разной кислотности с фотофиксацией изменения цвета • Расчетные задачи на шкалу pH • Мини-проект: Исследование pH различных продуктов питания/косметических средств/средств бытовой химии и их влияния на 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять понятие pH и его связь с концентрацией ионов водорода в растворе • Использовать шкалу pH (0-14) для определения кислотности и щелочности растворов • Называть оптимальные значения pH для основных биологических жидкостей • Объяснять принцип работы буферных систем на примере бикарбонатного буфера крови • Использовать различные методы измерения pH (pH-

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
		<p>кислотно-щелочной баланс организма</p> <ul style="list-style-type: none"> Демонстрационный опыт: работа буферной системы - добавление кислоты и щелочи к буферному раствору и дистиллированной воде с измерением изменений pH 	метр, индикаторная бумага, жидкые индикаторы)
10. Химический анализ среды для роста растений	<p>- Зачем биотехнологу анализировать воду и питательный раствор. Основные параметры водной среды: pH,TDS (общая минерализация), электропроводность (EC). Принципы и особенности работы измерительных приборов.</p> <p>Подготовка проб для анализа. Анализ результатов и регулирование показателей</p>	<p>- Опрос и мини-викторина по целям анализа среды и значению pH/TDS/EC/</p> <p>- Использование индикаторной бумаги и датчиков pH/TDS/EC (демонстрация)</p> <p>Лабораторная работа "Измерение pH, EC, TDS различных растворов". Внесение данных в лабораторный протокол.</p> <p>- Обсуждение: как понять, "пригодна" ли среда для растений? "что делать, если pH/солёность вне нормы".</p>	<p>Определять пригодность воды/раствора для выращивания растений на основе pH и солёности (TDS); вести лабораторный протокол химического анализа среды. Регулировать pH питательных растворов</p>

Методические рекомендации по проведению занятий модуля "Химия" Организация и структура занятий

1. Теоретическая часть: 30-40% времени (25-35 минут)
2. Практическая часть: 40-50% времени (35-45 минут)
3. Обсуждение результатов и рефлексия: 10-20% времени (10-15 минут)

Формирование навыков системного подхода к работе и документированию результатов

- Используйте цветные схемы и модели для лучшего восприятия материала
- Обучайте ведению лабораторного журнала: запись целей опыта, действий, результатов, выводов
- Включайте этап самооценки и групповой рефлексии качества проведения опыта и оформления записи

Работа с приборами и фиксация данных

- Встраивайте работу с датчиками (pH, электропроводность/TDS) наравне с классическим лабораторным инструментарием

- Практикуйте фиксацию данных в электронном виде (таблицы, фотопротокол, презентация результатов)

Интеграция с инженерно-биологической практикой

- Демонстрируйте на каждом занятии, как химические навыки и понятия используются при выращивании растений, работе с гроубоксом и анализе среды
- Привязывайте обсуждение теоретических вопросов и результатов опытов к задачам из реальных инженерных, олимпиадных и биотехнологических проектов
- Связывайте химические знания с биологическими процессами на каждом занятии

Командная работа и презентация результатов

- В конце каждой лабораторной работы организуйте короткие устные мини-защиты или "мини-доклады" о проделанном опыте и его значении для биотехнологии
- Фиксируйте ключевые вопросы для дальнейшего мини-исследования в основном проектном модуле кружка

Решение олимпиадных и прикладных задач

- По завершении одного-двух занятий включайте короткие задания и разбор задач НТО профиля "Инженерные биологические системы"
- Регулярно разбирайте типовые задачи из заданий НТО прошлых лет по темам:
 - Расчет концентраций растворов
 - Определение состава минеральных удобрений
 - Анализ влияния химических факторов на рост растений
- Решайте практические кейсы:
 - "Определение оптимального pH для выращивания конкретных культур"
 - "Расчет необходимого количества удобрений для приготовления питательного раствора"
 - "Корректировка состава питательного раствора по результатам химического анализа"

Повышение мотивации и использование доступных материалов

Проблемно-ориентированное обучение

- Используйте проблемные ситуации:
 - "Почему растения в гидропонной установке могут перестать расти?"
 - "Как подобрать оптимальный состав питательного раствора для разных культур?"
 - "Почему некоторые растения желтеют при высоком pH питательного раствора?"

Игровые методы обучения

Использование игровых форматов для повышения вовлеченности:

- "Химический детектив" - определение неизвестных веществ по их свойствам
- "Формульное лото" - составление формул веществ по названиям
- "Химический конструктор" - моделирование молекул и химических реакций

Использование доступных материалов

Работа с материалами, которые можно найти в быту:

- Природные индикаторы:
 - Сок краснокочанной капусты (меняет цвет в зависимости от pH)
 - Чай каркаде (красный в кислой среде, синий/зеленый в щелочной)
 - Куркума (желтая в кислой среде, красно-коричневая в щелочной)

Методическая карта модуля «Основы гидропоники и ситифермерства» (28 часов)

Ключевой результат обучения по модулю - разрабатывать оптимальные условия выращивания растений в гидропонных системах.

№	Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1	Введение в инженерные биологические системы и ситифермерство	<ul style="list-style-type: none"> • История развития ситифермерства и биотехнологии растений • Основные принципы создания инженерных биологических систем • Преимущества и недостатки гидропоники • Особенности биотехнологического процесса • Принципы и стадии биотехнологического процесса • Современные технологии выращивания растений 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление сравнительной таблицы "Традиционное земледелие vs. инженерные биологические системы" • Тестирование "Основные понятия гидропоники и биотехнологии" • Анализ кейсов успешных ситифермерских проектов 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять принципы работы инженерных биологических систем • Описывать историю развития ситифермерства и биотехнологии растений • Характеризовать особенности биотехнологических процессов • Анализировать преимущества и ограничения различных технологий выращивания растений
2	Агробиологические системы и их типы	<ul style="list-style-type: none"> • Виды агробиологических систем: гидро-, аэро-, аква-, хемопоника • Сравнительный анализ различных систем, их преимущества и недостатки • Современные технологии в агробиотехнологии • Перспективы развития агробиологических систем 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление сравнительной таблицы видов агробиологических систем • Групповая дискуссия "Выбор оптимальной агробиологической системы для конкретных условий" • Анализ кейсов применения различных агробиологических систем 	<ul style="list-style-type: none"> • Классифицировать основные типы агробиологических систем • Сравнивать различные типы агробиологических систем по их эффективности и применимости • Обосновывать выбор оптимальной агробиологической системы для конкретных условий • Анализировать перспективы развития агробиотехнологий
3	Субстраты и питательные среды в агробиологических системах	<ul style="list-style-type: none"> • Типы субстратов: минеральная вата, кокосовое волокно, керамзит, перлит, вермикулит 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Исследование физических свойств различных 	<ul style="list-style-type: none"> • Сравнивать различные типы субстратов по их физическим и химическим

№	Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
		<ul style="list-style-type: none"> • Физические и химические свойства субстратов • Выбор субстрата для различных культур • Безсубстратные методы выращивания • Специализированные среды для культивирования растительных клеток и тканей 	<ul style="list-style-type: none"> субстратов" • Практическая работа "Подготовка субстратов к использованию" 	<ul style="list-style-type: none"> свойствам • Подбирать оптимальные субстраты для конкретных культур • Подготавливать субстраты к использованию в гидропонных системах • Характеризовать специализированные среды для культивирования растительных клеток
4-5	Питательные растворы: состав, свойства, приготовление	<ul style="list-style-type: none"> • Основные элементы питания растений: макро- и микроэлементы • Формы доступности элементов питания для растений • Приготовление питательных растворов • Контроль параметров питательного раствора: pH, EC • Признаки дефицита и избытка элементов питания • Особенности питательных сред для культуры клеток и тканей 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Приготовление питательного раствора для гидропоники" • Практическая работа "Измерение pH и EC питательных растворов" • Кейс-анализ "Диагностика проблем питания по внешним признакам растений" • Приготовление питательного раствора для выбранных культур" 	<ul style="list-style-type: none"> • Готовить питательные растворы для гидропонных систем • Измерять и корректировать pH и EC питательных растворов • Распознавать признаки дефицита и избытка элементов питания у растений • Корректировать состав питательного раствора в зависимости от фазы развития растений
6-7	LED-системы и освещение в агробиологических системах	<ul style="list-style-type: none"> • Спектр света и его влияние на рост и развитие растений • Типы ламп для выращивания растений: люминесцентные, натриевые, светодиодные • Преимущества LED-систем освещения • Расчет освещенности для различных культур • Фотопериод и его 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Измерение интенсивности освещения с помощью люксметра" • Эксперимент "Влияние спектра света на рост растений" • Расчетная задача "Подбор освещения для гроубокса" • Проектирование оптимальной 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять влияние спектра света на рост и развитие растений • Сравнивать различные типы фитоламп по эффективности и экономичности • Рассчитывать необходимую освещенность для конкретных культур • Проектировать LED-системы

№	Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
		значение для растений • Энергоэффективность различных систем освещения	системы освещения для микрозелени	освещения для агробиологических установок
8-9	Проектирование и сборка гидропонной установки	• Типы гидропонных систем: NFT, DWC, периодического затопления • Проектирование гидропонной установки • Подбор компонентов для сборки • Сборка гидропонной установки • Запуск и тестирование работы системы • Контроль основных параметров	• Практическая работа "Разработка схемы гидропонной установки" • Практическая работа "Сборка простой гидропонной системы" • Тестирование работы установки • Составление инструкции по эксплуатации	• Проектировать простую гидропонную установку • Подбирать необходимые компоненты для гидропонной системы • Собирать функциональную гидропонную установку • Тестировать работу установки и контролировать основные параметры
10-11	Основы клеточной инженерии растений	• Клеточная инженерия как часть биоинженерии • Культура клеток и тканей растений • Понятие каллуса и методы получения • Типы эксплантов и их использование • Методы стерилизации и асептики • Современные достижения клеточной инженерии	• Демонстрация готовых образцов каллусных культур (фото, видео) • Анализ научных статей по клеточной инженерии растений • Обсуждение перспектив использования методов клеточной инженерии • Тестирование "Методы клеточной инженерии растений"	• Объяснять основные принципы клеточной инженерии растений • Описывать методы получения каллусных культур • Характеризовать типы эксплантов и методы их стерилизации • Анализировать современные достижения и перспективы клеточной инженерии растений
12-13	Выращивание микрозелени в гидропонной установке	• Выбор культур для выращивания микрозелени • Подготовка семян к проращиванию • Технология выращивания микрозелени на гидропонике	• Практическая работа "Подготовка семян к проращиванию" • Проект "Выращивание микрозелени на гидропонике" • Составление	• Выбирать оптимальные культуры для выращивания микрозелени • Проращивать семена для получения микрозелени

№	Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
		<ul style="list-style-type: none"> • Сбор урожая и хранение микрозелени • Пищевая ценность и полезные свойства микрозелени 	<p>дневника наблюдений за ростом микрозелени</p> <ul style="list-style-type: none"> • Дегустация и оценка качества выращенной микрозелени 	<ul style="list-style-type: none"> • Создавать оптимальные условия для выращивания микрозелени • Оценивать качество и пищевую ценность полученного урожая
1 4	Вертикальные фермы и многоярусные системы	<ul style="list-style-type: none"> • Принципы вертикального земледелия • Конструкции многоярусных систем • Оптимизация пространства в вертикальных фермах • Примеры коммерческих вертикальных ферм • Расчет продуктивности вертикальных ферм 	<ul style="list-style-type: none"> • Расчетная задача "Продуктивность вертикальной фермы" • Анализ кейса "Коммерческие вертикальные фермы" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять принципы организации вертикальных ферм • Рассчитывать продуктивность вертикальной фермы

Методические рекомендации для педагогов кружка по ведению занятий модуля "Биотехнология растений"

1. Технологии достижения результатов обучения

Практико-ориентированный подход

- Принцип "Делай и понимай": Приоритет практической деятельности над теоретическими объяснениями
- Ротация рабочих мест: При ограниченном количестве оборудования организуйте работу "по станциям", где группы перемещаются между различными практическими заданиями
- Демонстрационный эксперимент: При работе со сложным оборудованием используйте демонстрационный подход с последующим самостоятельным выполнением более простых элементов

Организация командной работы

- Распределение ролей: Введите ротацию ролей в команде (экспериментатор, протоколист, аналитик, презентующий)
- Взаимообучение: Используйте методику "равный обучает равного", когда более успешные учащиеся помогают остальным
- Коллективное решение задач: Формируйте навык принятия совместных решений при планировании экспериментов и анализе результатов

2. Технология реализации долгосрочных проектов

Планирование проектной деятельности

- Разбивайте длительные проекты (например, выращивание микрозелени) на отдельные этапы с промежуточными результатами
- Создайте наглядную временную шкалу проекта, отмечая ключевые точки и мероприятия между занятиями
- Организуйте систему наблюдения за экспериментами в перерывах между занятиями (дежурные, фото/видеофиксация, онлайн-трансляции)

Решение проблемы протяженности во времени

- Когда один проект находится в "пассивной фазе" (например, рост растений), работайте над другими задачами
- Организуйте систему автоматической фиксации данных (датчики, камеры с таймлапс-съемкой)
- Подготовьте дополнительные задания для занятий, когда основной проект не требует активных действий

Документирование длительных процессов

- Используйте электронные формы для ведения записей, которые можно дополнять между занятиями
- Создайте систему регулярной фотофиксации изменений (особенно важно для биологических объектов)

- Страйте графики изменений параметров во времени, делайте их наглядными и понятными

3. Поддержка мотивации участников

- Введите систему "бейджей" или "уровней мастерства" за освоение различных навыков
- Проводите дружественные соревнования между группами по выращиванию растений или решению задач
- Организуйте краткосрочные испытания (например, "Вырасти самую высокую микрозелень за неделю")

4. Рекомендации по работе с оборудованием из инфраструктурного листа

Организация работы с гидропонной установкой

- Используйте гидропонную установку (3 яруса 180 x 75 x 55) как общий демонстрационный объект для всей группы
- Параллельно с основной установкой создавайте с учащимися мини-версии гидропонных систем из доступных материалов
- Назначайте дежурных по уходу за гидропонной установкой между занятиями, меняя ответственных регулярно

5. Примеры практических работ для модуля "Биотехнология растений"

Практическая работа "Сравнение различных субстратов для гидропоники"

Оборудование: Коврики для микрозелени, агровата, перлит агротехнический, грунт универсальный, семена урожайных культур, опрыскиватель комнатный, светильники.

Методика

1. Разделите участников на группы по 3-4 человека
2. Каждая группа получает набор различных субстратов и одинаковые семена
3. Учащиеся высевают семена на разные субстраты, следя за одинаковой плотностью посева
4. В течение недели группы наблюдают за ростом растений, фиксируя:
 - Скорость прорастания
 - Процент проросших семян
 - Высоту растений на 3-й и 7-й день
 - Развитие корневой системы
5. Результаты фиксируются в лабораторном журнале и обсуждаются на следующем занятии

Практическая работа "Создание простой гидропонной установки"

Оборудование: Пластиковые контейнеры, шланг силиконовый, помпа многофункциональная, светильник светодиодный, таймер, коврики для микрозелени, семена.

Методика

1. Демонстрация принципа работы гидропонной установки на основном оборудовании
 2. Разделение учащихся на группы для создания упрощенных моделей
 3. Каждая группа собирает простую гидропонную установку из предоставленных материалов
 4. Проверка работоспособности системы
 5. Высадка семян в созданную систему
 6. Разработка графика наблюдений и ухода за растениями между занятиями
6. Связь с заданиями НТО по профилю "Инженерные биологические системы"

Анализ заданий отборочного инженерного тура НТО показывает, что учащимся необходимо развивать компетенции в экономических расчетах в ситифермерстве. Начинайте с расчета стоимости урожая, затем переходите к расчету прибыли и окупаемости. Используйте графики и диаграммы для наглядного представления экономических показателей

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	<ul style="list-style-type: none"> • Основы микроконтроллеров и Arduino <ul style="list-style-type: none"> • Обзор аппаратной части платформы Arduino • Среда разработки Arduino IDE • Основы программирования для Arduino • Роль автоматизации в инженерных биологических системах • Примеры применения Arduino в ситифермерстве 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическое задание "Первое подключение Arduino" • Написание и загрузка программы "Мигающий светодиод" • Составление списка возможных применений Arduino в биосистемах • Тест на понимание основных компонентов Arduino 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Структура скетча Arduino: setup() и loop() <ul style="list-style-type: none"> • Переменные и типы данных • Операторы и выражения • Условные конструкции (if, else, switch) • Циклы (for, while) • Функции и их применение • Основы отладки программ 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Цифровые входы и выходы <ul style="list-style-type: none"> • Подключение кнопок и светодиодов • Использование функций <code>digitalRead()</code> и <code>digitalWrite()</code> • Аналоговые входы и выходы • Использование функций <code>analogRead()</code> и <code>analogWrite()</code> • Работа с ШИМ (PWM) • Подключение потенциометров и фоторезисторов 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор датчиков для мониторинга параметров среды <ul style="list-style-type: none"> • 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 валидация показаний 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Подключать и программировать различные типы датчиков • Калибровать датчики для повышения точности измерений • Обрабатывать и фильтровать данные с датчиков • Создавать системы мониторинга параметров среды

<p>5. Управление исполнительными устройствами</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Подключать и программировать различные исполнительные устройства • Управлять силовыми нагрузками с помощью реле • Регулировать интенсивность работы устройств • Разрабатывать системы автоматического управления исполнительными устройствами
<p>6. Создание алгоритмов управления для биосистем</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Методы сбора данных с датчиков <ul style="list-style-type: none"> • Фильтрация и обработка данных • Хранение данных на SD-карте • Визуализация данных с помощью Serial Plotter • Принципы построения логов • Анализ собранных данных • Принятие решений на основе анализа данных • Оптимизация работы системы 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Сбор и запись данных с датчиков на SD-карту" • Практическая работа "Визуализация данных с помощью Serial Plotter" • Проект "Система мониторинга и анализа параметров роста растений" • Анализ собранных данных и формулирование рекомендаций 	<ul style="list-style-type: none"> • Организовывать сбор и хранение данных с датчиков • Фильтровать и обрабатывать данные для повышения точности • Визуализировать данные для анализа • Принимать решения на основе анализа собранных данных
8. Проектирование автоматизированной гидропонной системы	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Разработка проекта автоматизированной гидропонной системы • Создание принципиальной схемы и алгоритма работы • Защита проекта перед группой • Обсуждение и анализ предложенных решений 	<ul style="list-style-type: none"> • Проектировать автоматизированные биосистемы • Интегрировать различные компоненты в единую систему • Разрабатывать технические решения для конкретных задач • Оценивать эффективность разработанных систем

<p>9. Реализация проекта автоматизированной гидропонной системы</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка прототипа автоматизированной гидропонной системы • Программирование микроконтроллера • Тестирование системы • Отладка и оптимизация • Документирование проекта • Презентация результатов • Обсуждение перспектив развития проекта • Итоговая рефлексия по модулю 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Сборка и программирование прототипа автоматизированной гидропонной системы" • Тестирование и отладка системы • Подготовка документации и презентации • Демонстрация работы системы и защита проекта 	<ul style="list-style-type: none"> • Собирать и программировать прототипы автоматизированных биосистем • Тестируя и отлаживать системы • Документировать и презентовать проекты • Анализировать результаты и предлагать пути совершенствования
---	--	---	--

Методические рекомендации для преподавателей

Аспект	Рекомендации
Достижение результатов обучения	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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) Ведите 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 Ведите систему учета и хранения оборудования
Развитие навыков программирования	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none">• 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)
---------------------	---

Методическая карта модуля "Микробиология и экологическая биотехнология" (12 часов)

Ключевой результат обучения – обосновывать выбор микроорганизмов в инженерных биологических системах.

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в микробиологию	<ul style="list-style-type: none"> • Микробиология как наука, ее значение • Разнообразие микроорганизмов • История развития микробиологии • Методы изучения микроорганизмов • Роль микроорганизмов в природе и жизни человека 	<ul style="list-style-type: none"> • Тест "Разнообразие микроорганизмов" • Составление хронологической таблицы "Основные открытия в микробиологии" • Анализ кейса "Роль микроорганизмов в современных технологиях" 	<ul style="list-style-type: none"> • Классифицировать основные группы микроорганизмов • Объяснять значение микроорганизмов в природе и хозяйственной деятельности человека • Описывать основные методы изучения микроорганизмов
2. Морфология и физиология микроорганизмов	<ul style="list-style-type: none"> • Строение бактериальной клетки • Формы бактериальных клеток • Строение и функции органоидов прокариотической клетки • Питание микроорганизмов • Дыхание микроорганизмов • Размножение бактерий 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Микроскопическое исследование бактерий йогурта" (с использованием микроскопов) • Составление сравнительной таблицы "Типы питания и дыхания микроорганизмов" • Зарисовка основных форм бактериальных клеток 	<ul style="list-style-type: none"> • Идентифицировать основные формы бактериальных клеток под микроскопом • Сравнивать различные типы питания и дыхания микроорганизмов • Объяснять связь между строением и функциями органоидов прокариотической клетки
3. Микроорганизмы в экосистемах	<ul style="list-style-type: none"> • Экологические группы микроорганизмов • Роль микроорганизмов в круговороте веществ • Участие микроорганизмов в круговороте углерода, азота, серы, фосфора • Почвенные микроорганизмы • Симбиотические отношения 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление схемы "Роль микроорганизмов в круговороте азота" • Лабораторная работа "Обнаружение микроорганизмов в почве" (с использованием набора "Почвенные организмы") • Анализ кейса "Симбиоз растений с микроорганизмами" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе • Анализировать значение почвенных микроорганизмов для плодородия почвы • Характеризовать симбиотические отношения микроорганизмов с растениями

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	микроорганизмов с растениями		
4. Микроорганизмы в биотехнологии растений	<ul style="list-style-type: none"> • Микроорганизмы как биологические удобрения • Азотфикссирующие и фосфатрастворяющие бактерии • Биопрепараты на основе микроорганизмов • Микробиологические методы защиты растений • Эндофитные микроорганизмы • Микроорганизмы в гидропонных системах 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Микроскопическое исследование микроорганизмов из корневой зоны растений" (с использованием микроскопов) • Составление сравнительной таблицы "Биопрепараты для растениеводства" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять механизмы действия микроорганизмов-биоудобрений • Оценивать эффективность микробиологических препаратов для защиты растений • Проектировать использование микроорганизмов в гидропонных системах
5. Основы экологической биотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> • Экологическая биотехнология: определение и направления • Биоремедиация: принципы и методы • Типы загрязнений окружающей среды • Биофильтрация и биодеградация • Микроорганизмы-деструкторы загрязнителей • Примеры применения биоремедиации 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление схемы "Основные направления экологической биотехнологии" • Анализ кейса "Ликвидация загрязнения с помощью микроорганизмов" • Групповое обсуждение "Преимущества и ограничения биоремедиации" 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать основные направления экологической биотехнологии • Объяснять принципы биоремедиации различных типов загрязнений • Анализировать примеры успешного применения биоремедиации
6. Биофильтры и экологические применения микроорганизмов	<ul style="list-style-type: none"> • Принципы работы биофильтров • Типы биофильтров и их эффективность • Биофильтрация воды и воздуха • Микроорганизмы в процессах биофильтрации • Факторы, влияющие на эффективность биофильтров • Практическое применение 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Создание простого биофильтра" (с использованием пластиковых бутылок, активированного угля, гравия, песка) • Лабораторный опыт "Сравнение качества воды до и после биофильтрации" (с использованием набора для тестирования воды) • Составление схемы "Принципы работы 	<ul style="list-style-type: none"> • Конструировать простые биофильтры из доступных материалов • Анализировать эффективность работы биофильтров по изменению параметров среды • Объяснять принципы биофильтрации и роль микроорганизмов в этом процессе

Тема	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	биофильтров в ситифермерстве	биофильтра"	
7. Микроорганизмы в системах выращивания растений	<ul style="list-style-type: none"> • Взаимодействие микроорганизмов и растений • Полезные микроорганизмы для корневой зоны растений • Азотфикссирующие и фосфат растворяющие бактерии • Микроорганизмы, защищающие растения от патогенов • Применение микробиологических препаратов в гидропонике • Микробиом гидропонных систем и его поддержание 	<ul style="list-style-type: none"> • Микроскопическое исследование микроорганизмов из корневой зоны растений (с использованием микроскопов и набора "Почвенные организмы") • Анализ кейса "Влияние микробных препаратов на рост растений" • Дискуссия "Можно ли создать полностью стерильную систему выращивания?" 	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать роль различных групп микроорганизмов в системах выращивания растений • Анализировать состав и функции микробиома гидропонных систем • Подбирать микробиологические препараты для оптимизации роста растений • Проектировать системы, поддерживающие полезную микрофлору в гидропонных установках

Методические рекомендации по организации занятий по микробиологии с учетом имеющегося оборудования

Организация практических работ:

1. Для микроскопирования:

- Используйте имеющиеся микроскопы максимально эффективно: 1 микроскоп на 2-3 учащихся
- Преподаватель демонстрирует процесс с помощью микроскопа с камерой на экране
- Готовьте временные препараты из доступных источников: йогурт, кефир, почвенные вытяжки
- Чередуйте микроскопирование с анализом готовых микрофотографий

2. Для биофильтров:

- Используйте пластиковые бутылки как основу для биофильтров
- Применяйте доступные наполнители: песок, активированный уголь, мелкий гравий
- Для демонстрации принципа работы достаточно простой системы фильтрации
- Тестируйте работу биофильтров с помощью имеющихся наборов для анализа воды

3. Для изучения микроорганизмов в корневой зоне:

- Используйте растения из гидропонной установки
- Готовьте препараты из корневой зоны растений и субстрата
- Сравнивайте образцы из разных зон гидропонной системы

Интеграция с другими модулями:

- Связывайте темы микробиологии с материалом модуля "Клетка" (особенности прокариотических клеток)
- Опирайтесь на знания модуля "Ботаника и физиология растений" при изучении взаимодействия растений и микроорганизмов
- Используйте знания из модуля "Основы химии" при анализе параметров среды в биофильтрах

Технические аспекты безопасности:

- Работайте только с непатогенными микроорганизмами из йогурта, кефира, почвы
- Обязательно проводите инструктаж по технике безопасности перед каждой лабораторной работой
- Обеспечьте обработку рабочих поверхностей до и после работы
- Используйте перчатки при работе с почвенными образцами

Оптимизация расходных материалов:

- Используйте многоразовые предметные стекла после тщательной очистки
- Применяйте простые красители (метиленовый синий, раствор йода) для контрастирования
- Задействуйте минимальное количество реагентов для демонстрационных опытов

Рекомендации по использованию оборудования из инфраструктурного листа

1. Микроскопы:

- Микроскоп прямой для лабораторных исследований биологический (для групповой работы)
- Микроскоп с камерой для преподавателя (для демонстраций всей группе)

2. Наборы для микроскопирования:

- Набор реагентов и материалов для изготовления микропрепаратов "Микроскопические организмы"
- Набор реагентов и материалов для изготовления микропрепаратов "Почвенные организмы"

3. Для анализа воды и сред:

- Набор из 10 тестов жидкостных (рН, gH, kH и др.)
- Индикаторная бумага универсальная

4. Для биофильтров:

- Пластиковые бутылки (можно использовать повторно)
- Перлит агротехнический
- Грунт универсальный
- Шланг силиконовый для соединения элементов фильтра

Методическая карта модуля "Анатомия и физиология человека" (10 ч)

Ключевой результат обучения по модулю - рассчитывать пищевую ценность продукции сицифермы для составления сбалансированного рациона питания.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в анатомию и физиологию пищеварительной системы человека	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие о пищеварении и его значении для организма • Общий план строения пищеварительной системы • Основные отделы пищеварительного тракта и их функции • Пища как источник энергии и строительного материала • Простая модель пищеварения: механическое измельчение и химическое расщепление • Всасывание питательных веществ 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление схемы "Отделы пищеварительной системы и их функции" • Интерактивная работа с моделью пищеварительной системы (или постером) • Демонстрационный опыт "Действие слюны на крахмал" с использованием йодного раствора • Тестирование "Строение пищеварительной системы" 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать основные отделы пищеварительной системы человека • Объяснять роль каждого отдела в процессе пищеварения • Различать механические и химические процессы пищеварения • Понимать связь между строением органов пищеварения и их функциями
2. Основы пищеварения и питательные вещества	<ul style="list-style-type: none"> • Основные группы питательных веществ: белки, жиры, углеводы • Функции белков, жиров и углеводов в организме • Что происходит с питательными веществами в процессе пищеварения • Простая модель усвоения питательных веществ • Калорийность пищи и энергетическая ценность питательных 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Определение белков, жиров и углеводов в продуктах питания" (качественные реакции) • Составление таблицы "Функции основных питательных веществ в организме" • Расчет энергетической ценности продуктов по содержанию БЖУ • Работа с таблицами калорийности продуктов 	<ul style="list-style-type: none"> • Различать основные группы питательных веществ и их функции • Объяснять изменения, происходящие с пищей в процессе пищеварения • Рассчитывать энергетическую ценность продуктов • Распознавать основные питательные вещества с помощью качественных реакций

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	веществ • Понятие о полноценном питании		
3. Основы обмена веществ и энергии	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие об обмене веществ как основе жизнедеятельности • Основные этапы превращения питательных веществ в организме • Усвоение питательных веществ и их использование клетками • Образование энергии из питательных веществ • Образование продуктов обмена и их выведение • Взаимосвязь питания и здоровья 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление упрощенной схемы "Путь питательных веществ в организме" • Решение задач на расчет энергетических затрат при различных видах деятельности • Мини-проект "Как растение становится энергией для человека" (связь метаболизма растений и человека) • Групповая дискуссия "Как питание влияет на здоровье" 	<ul style="list-style-type: none"> • Описывать основные процессы обмена веществ в доступной форме • Объяснять, как питательные вещества превращаются в энергию • Рассчитывать энергетические затраты организма • Устанавливать связь между питанием и здоровьем • Сравнивать обмен веществ у растений и человека
4. Пищевая ценность продуктов растительного происхождения	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие о пищевой ценности продуктов • Содержание белков, жиров и углеводов в растительных продуктах • Особенности растительных белков • Витамины и минералы в растительной пище • Пищевая ценность микрозелени и свежих овощей • Изменение пищевой ценности при обработке и хранении 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Определение витамина С в растительных продуктах" (качественная реакция) • Составление сравнительной таблицы "Пищевая ценность различных растительных продуктов" • Анализ информации о питательной ценности на упаковках продуктов • Мини-исследование "Сравнение содержания витамина С в магазинных овощах и микрозелени" 	<ul style="list-style-type: none"> • Анализировать содержание питательных веществ в растительных продуктах • Сравнивать пищевую ценность различных видов растительной пищи • Проводить простые исследования по определению содержания витаминов • Объяснять влияние обработки и хранения на пищевую ценность продуктов
5. Разработка рационального плана питания с	• Принципы составления сбалансированного	• Практическая работа "Составление плана питания с	• Составлять сбалансированный план питания с

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
использованием выращенной продукции	<p>рациона</p> <ul style="list-style-type: none"> • Значение разнообразия в питании • Рекомендуемые нормы потребления основных питательных веществ • Пирамида питания и принципы здорового питания • Включение выращенной микрозелени и овощей в рацион • Пищевая безопасность выращенной продукции 	<p>использованием выращенной микрозелени"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Расчет содержания основных питательных веществ в составленном рационе • Оценка сбалансированности предложенных рационов питания 	<p>включением выращенной продукции</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рассчитывать содержание основных питательных веществ в рационе • Оценивать сбалансированность рациона питания

Методические рекомендации по проведению модуля "Анатомия и физиология человека"

1. Рекомендации по учету начального уровня знаний участников

- Визуализация материала. Активно использовать схемы, модели, видеоматериалы для наглядного представления процессов пищеварения и обмена веществ.
- Постепенное усложнение. Начинать с базовых понятий (пища, энергия, питательные вещества) и постепенно переходить к более сложным темам (обмен веществ, баланс питания).

3. Рекомендации по проведению практических работ с использованием доступного оборудования

Для работы с пищевой ценностью:

- Использовать таблицы состава пищевых продуктов для расчетов.
- Применять весы для измерения порций продуктов.
- Использовать калькуляторы для расчета энергетической ценности рационов.

4. Межпредметные связи

- С модулем "Ботаника": Обсуждать, как растения синтезируют те вещества, которые потом потребляет человек.
- С модулем "Клетка": Проводить параллели между клеточным строением растений и человека.
- С модулем "Основы химии": Связывать знания о pH, растворах и электролитах с процессами пищеварения.
- С модулем "Основы гидропоники": Показывать, как условия выращивания влияют на питательную ценность продукции.

6. Рекомендуемые демонстрационные опыты

1. "Действие слюны на крахмал":

- Материалы: раствор крахмала, слюна (собранная в пробирку), йодный раствор, пробирки
- Процедура: В две пробирки налить раствор крахмала. В одну добавить слюну, перемешать и оставить на 10 минут. Затем в обе пробирки добавить йодный раствор и сравнить окраску.
- Результат: В пробирке без слюны появится синее окрашивание (крахмал), в пробирке со слюной окрашивание будет слабее или отсутствовать (крахмал расщеплен амилазой слюны).

2. "Определение витамина С в растительных продуктах":

- Материалы: раствор йода, различные соки (апельсиновый, яблочный, сок выращенной микрозелени), пробирки

- Процедура: В пробирки с равным количеством различных соков по каплям добавлять раствор йода до появления синего окрашивания, не исчезающего при перемешивании.
 - Результат: Чем больше капель йода потребуется для получения устойчивого окрашивания, тем больше витамина С содержится в продукте.
3. "Определение белка в растительных продуктах":
- Материалы: 10% раствор NaOH, 1% раствор CuSO₄, различные растительные экстракты (из микрозелени, бобовых, зерновых)
 - Процедура: К экстракту добавить 5-10 капель раствора NaOH, затем 2-3 капли раствора CuSO₄, перемешать.
 - Результат: Появление фиолетового окрашивания указывает на наличие белка (биуретовая реакция).