

**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 развития
/В.А. Безуевская/

20 25 г.

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

Направленность: естественно-научная
Уровень освоения программы: базовый
Возраст учащихся: 15-16 лет (9-10 классы), 2-й 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, экологии, 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 второго года обучения развивает и углубляет компетенции, заложенные в базовом курсе, переходя от изучения общих принципов биотехнологий к применению биологических закономерностей при инженерном проектировании и автоматизации. Эта преемственность обеспечивает системное понимание инженерных биологических систем от макро- до молекулярного уровня.

1.2. Цель программы

Создание условий для углубленного освоения школьниками современных методов биохимии, микробиологии, экологической и молекулярной биологии, формирования практических навыков создания и анализа инженерных биологических систем и успешной подготовки к участию в Национальной технологической олимпиаде.

Задачи программы:

- формирование практических навыков создания и обслуживания агробиологических систем (гидропоника, ситифермерство) через исследовательскую и проектную деятельность;
- развитие междисциплинарного мышления на стыке биологии, химии, инженерии и информационных технологий для решения комплексных задач в области устойчивого растениеводства;
- подготовка ко 2-му и заключительному туру 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 прикладными задачами современной инженерии и биотехнологии.

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 («Химия для инженерных биологических систем», «Биохимия растительной продукции», «Физиология и биохимия растений», «Микробиология и экологическая биотехнология», «Проектирование и экономика ситиферм», «Программирование Arduino для автоматизации биосистем»), выстроенных в логике "от макросистем к инженерным биосистемам".

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 наукоемких отраслях в области биотехнологий и здравоохранения.

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

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

1.5. 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: продвинутый.

1.8. Планируемые результаты

Предметные результаты обучения 2-го года обучения

1) Анализировать химический состав питательных растворов для оптимизации условий выращивания различных культур в гидропонных системах (Уровень: применение)

2) Анализировать клеточные и биохимические процессы для оптимизации роста растений в контролируемых условиях гидропонных систем (Уровень: анализ)

3) Оптимизировать физиологические процессы растений в гидропонных системах на основе анализа факторов среды и потребностей различных культур (уровень: применение)

4) Исследовать микроорганизмы для подбора оптимальных консорциумов в биофильтрах инженерных биологических систем (Уровень: применение)

5) Проектировать экономически эффективные гидропонные системы на основе анализа затрат, урожайности и рыночной стоимости продукции (Уровень: применение)

6) Разрабатывать алгоритмы управления инженерными биологическими системами на базе Arduino для автоматизации процессов выращивания растений (Уровень: применение)

7) Анализировать молекулярно-биологические процессы для применения в биотехнологиях и инженерных биологических системах (Уровень: анализ)

8) Решать олимпиадные задания и выполнять командные проекты (Уровень: применение)

Метапредметные результаты 2-го года обучения

Познавательные

1) Анализировать возможности применения микроорганизмов в гидропонных системах

2) Формулировать гипотезы о зависимости биохимических показателей от условий выращивания.

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 биохимического и генетического анализа.

Регулятивные

- 1) Планировать производственный цикл.
- 2) Управлять исполнительными устройствами.
- 3) Оценивать перспективы развития ситифермерства
- 4) Оптимизировать использование площади и ресурсов
- 5) Соблюдать правила безопасности при работе с техническими системами и химическими растворами.

Коммуникативные

- 1) Представлять результаты биохимического анализа в форме научного отчета.
- 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 2-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) Лабораторный журнал. Участники кружка ведут структурированный лабораторный журнал с описанием правил работы с химическими веществами. Журнал проверяется педагогом ежемесячно с предоставлением развернутой обратной связи.

2) Лабораторные работы по измерению параметров различных растворов. Оценивание правильности выполнения процедур измерения параметров растворов различными методами.

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 зелени, оптимизации питательного раствора, сравнению эффективности различных питательных растворов, влиянию стрессовых факторов на рост и развитие растений, применению регуляторов роста для оптимизации урожайности. Групповая работа (3-4 человека), документирование параметров, 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 сицифермерства 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 «Биохимические основы инженерных биологических систем»			72		
1	Введение	2	6	8	Регистрация на сайте НТО https://ntcontest.ru/ , решение заданий прошлых лет

2	Модуль «Химия для инженерных биологических систем»	4	12	16	Лабораторные работы, решение задач, опросы
3	Модуль «Биохимия растительной продукции»	6	12	18	Лабораторные работы, решение задач, презентация проектов
	Образовательный интенсив СурГУ (вариативный модуль)	4	26	30	Лаборатории университета
4	Модуль «Физиология и биохимия растений»	4	12	16	Лабораторные и практические работы, решение задач
5	Модуль «Микробиология и экологическая биотехнология»	4	10	14	Лабораторные и практические работы, составление блок-схем и таблиц, тесты, групповая презентация
Раздел 2 «Проектирование и автоматизация биотехнологических систем»			72		
6	Модуль «Проектирование и экономика сициферм»	4	10	14	Лабораторные и практические работы, решение задач, презентация и защита бизнес-планов
7	Модуль «Программирование Arduino для автоматизации биосистем»	2	16	18	Лабораторные и практические работы, решение задач, тесты, демонстрация работы системы и защита проекта
8	Модуль «Основы молекулярной биологии для биотехнологий»	4	16	20	Лабораторные и практические работы, решение задач
9	Практикум по решению заданий НТО	-	16	16	Решение задач, презентация проектов
10	Конференция кружков ИБС	-	4	4	Презентация проектов, участие в дискуссии
ИТОГО		44	100	174	

2.2. Календарный учебный график план базового кружка «Инженерные биологические системы»

№	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 уч. г.
	1 полугодие		
1	Введение	8	2.09.25 – 14.09.25
2	Модуль «Химия растворов для инженерных биологических систем»	16	15.09.25 – 15.10.25
3	Модуль «Биохимия растительной продукции»	18	16.10.25 - 23.11.25
4	Образовательный интенсив СурГУ	30	13.10.2025-17.10.2025
5	Модуль «Физиология и биохимия растений»	16	25.11.26 – 24.12.25
6	Модуль «Микробиология и экологическая биотехнология»	14	24.12.25 – 28.12.25
	2 полугодие		
7	Модуль «Проектирование и экономика сициферм»	14	12.01.26– 20.02.26
8	Модуль «Программирование Arduino для автоматизации биосистем»	18	21.02.26 – 25.03.26
9	Модуль «Основы молекулярной биологии для биотехнологий»	20	26.03.26 – 16.04.26
10	Практикум по решению заданий НТО	16	17.04.24 – 10.05.26
11	Конференция кружков ИБС	4	11.05.26 – 25.05.26

№	Модуль	Часы	Период реализации 2025-2026 уч. г.
	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 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 микропрепаратов	Руководство
10		12 чистых предметных стекол
11		20 чистых покровных стекол
12		80 готовых микропрепаратов
13	Набор из 10 тестов жикостных (pH, gH, kH и др.)	
14	Наборы для микроскопирования	
15	Нитриловые перчатки, смотровые, неопудренные	
16	Опрыскиватель комнатный	
17	Перекись водорода	
18	Перлит агротехнический, 10 л	
19	Пинцет анатомический общего назначения 250x2,5 мм	
20	Пинцет прямой 250 мм	
21	Пипетки для переноса жидкости (Пастера) 3 мл, нестерильные	
22	Светодиодный светильник P16 для растений	
23	Светодиодный светильник для выращивания рассады на прищепке	
24	Семена урожайных культур, набор семян	
25	Сетевой фильтр 5 розеток с заземлением 3x0.75 мм USB 1.5 м	
26	Стакан с носиком градуированный п/п, 50 мл	
27	Стакан с носиком и ручкой градуированный п/п, 500 мл	
28	Стекла покровные	21x24 мм
29	Стекла предметные	26x76x2 мм
30	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 микропрепараторов "Клетки человека"	1) Краситель – не менее 100 мг.;
		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 микропрепаратов "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 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)
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 светоделением 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
12	Камера для электрофореза	Габариты, мм 120 x 60 x 180
		Размеры геля, мм 120 x 170
		Количество образцов до 120
		Объем буфера, мл 500
13	Трансиллюминатор	Габариты, мм 334 x 196 x 100
		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 (рН, gН, кН 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 250х2,5 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 3х0.75 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 микропрепараторов "Клетки человека"	1) Краситель – не менее 100 мг.; 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 (pH-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 привлечению педагогов с указанными компетенциями, занятия ведет педагог – наставник кружка с использованием онлайн-ресурсов на образовательных платформах.

3.4. Информационное обеспечение:

- Образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета – <https://talents.surgu.ru/>. На платформе размещены материалы по модулям программы для участников кружков и педагогов.
- Сайт Регионального модельного центра дополнительного образования детей - <http://argo.surgu.ru/>

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

3.5. Методическое обеспечение программы

1. Учебно-методические материалы

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

2. Наглядные пособия

- Гербарий основных семейств покрытосеменных растений
- Коллекция 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.
2. 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.

3. 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.

4. 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

1. Биотехнологии: генная инженерия // Stepik : [сайт]. – 2013–2025. – URL: <https://stepik.org/course/94/info> (дата обращения: 12.08.2025).
2. Химия для всех // Stepik : [сайт]. – 2013–2025. – URL: <https://stepik.org/course/136548/promo> (дата обращения: 12.08.2025).
3. Базовый курс по биологии // Stepik : [сайт]. – 2013–2025. – URL: <https://stepik.org/course/78909/promo> (дата обращения: 12.08.2025).
4. Электронная библиотека учебных материалов по химии // ChemNet : [сайт]. – URL: <https://www.chem.msu.su/rus/elibrary> (дата обращения: 12.08.2025).
5. 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).
6. 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).
7. 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).
8. 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).
9. 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»
(2-й год обучения)

г. Сургут, 2025 год

Методическая карта модуля "Химия растворов для инженерных биологических систем" (16 часов, 8 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения - Анализировать химический состав питательных растворов для оптимизации условий выращивания различных культур в гидропонных системах.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в химию растворов для гидропонных систем	<ul style="list-style-type: none"> • Основные понятия химии: вещество, смесь, раствор, растворитель • Понятие о растворимости веществ. таблица растворимости • Типы растворов (истинные, коллоидные, супензии). Эффект Тиндаля • Растворы в гидропонных системах • Состав питательных растворов • Связь растворов с жизнедеятельностью растений • Правила безопасной работы с химическими веществами 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическое определение типов растворов (истинных, коллоидных, супензий) • Заполнение таблицы "Основные компоненты питательных растворов и их роль" • Начало ведения лабораторного журнала с описанием правил работы с химическими веществами 	<ul style="list-style-type: none"> • Различать типы растворов и объяснять их особенности • Описывать состав базовых питательных растворов • Соблюдать правила безопасной работы с химическими веществами • Правильно вести лабораторный журнал
2. Кислотность растворов и ее измерение	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие pH, его химический смысл • Шкала pH и ее значение для живых систем • Методы измерения pH (индикаторы, pH-метры) • Влияние pH на доступность элементов питания для растений • Буферные растворы и их значение • Автоматические системы контроля и регулирования pH 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Измерение pH различных растворов" • Построение графика зависимости доступности элементов от pH 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять понятие pH и его значение для живых систем • Измерять pH растворов различными методами • Анализировать взаимосвязь между pH и доступностью элементов питания • Вести протокол измерений pH в лабораторном журнале

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
3. Химический анализ среды для роста растений	<ul style="list-style-type: none"> - Зачем биотехнологу анализировать воду и питательный раствор. Основные параметры водной среды: pH, TDS (общая минерализация), электропроводность (EC). Принципы и особенности работы измерительных приборов. Подготовка проб для анализа. Анализ результатов и регулирование показателей 	<ul style="list-style-type: none"> - Опрос и мини-викторина по целям анализа среды и значению pH/TDS/EC/ - Использование индикаторной бумаги и датчиков pH/TDS/EC (демонстрация) Лабораторная работа "Измерение pH, EC, TDS различных растворов". Внесение данных в лабораторный протокол. - Обсуждение: как понять, "пригодна" ли среда для растений? "что делать, если pH/солёность вне нормы". 	<p>Определять пригодность воды/раствора для выращивания растений на основе pH и солёности (TDS); вести лабораторный протокол химического анализа среды.</p> <p>Регулировать pH питательных растворов</p>
4. Концентрация растворов и способы ее выражения	<ul style="list-style-type: none"> • Концентрация и способы ее выражения • Массовая доля растворенного вещества • Молярная концентрация • Разбавление и концентрирование растворов • Приготовление растворов заданной концентрации 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Приготовление растворов различной концентрации" • Решение расчетных задач на массовую долю и молярную концентрацию 	<ul style="list-style-type: none"> • Рассчитывать концентрацию растворов различными способами • Готовить растворы с заданной массовой долей и молярной концентрацией • Документировать результаты измерений в лабораторном журнале
5. Концентрация растворов и способы ее выражения	<ul style="list-style-type: none"> • Взаимосвязь между различными способами выражения концентрации • Пересчет концентраций: PPM, мг/л, ммоль/л • Приготовление растворов для гидропоники 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление таблицы перевода единиц измерения концентрации (PPM в мг/л, моль/л) • Решение расчетных задач на пересчет концентраций, разбавление 	<p>Переводить концентрации из одних единиц в другие</p> <p>Готовить растворы с заданной массовой долей и молярной концентрацией</p>
6. Окислительно-восстановительные процессы и расчеты	<ul style="list-style-type: none"> • Основы окислительно-восстановительных реакций • Степени 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Исследование окислительно-восстановительных процессов в 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять принципы окислительно-восстановительных реакций в

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
питательных растворов	окисления элементов в соединениях <ul style="list-style-type: none"> • Окислители и восстановители в питательных растворах • Процессы окисления и восстановления питательных элементов в растворе • Влияние окислительно-восстановительных процессов на доступность элементов 	питательных растворах" <ul style="list-style-type: none"> • Оформление расчетов в лабораторном журнале • Составление таблицы соотношений элементов для разных культур • Исследовательский проект "Как растения - гипераккумуляторы (например, горчица) могут извлекать тяжелые металлы из почвы". • Создание инфографики «Путешествие атома железа в гидропонной системе» — от удобрения до листа растения. 	питательных растворах <ul style="list-style-type: none"> • Рассчитывать концентрации питательных растворов • Готовить питательные растворы из сухих солей и маточных растворов • Переводить различные единицы измерения концентраций • Корректировать состав питательных растворов
7. Химия в биотехнологическом проекте: приготовление среды	<ul style="list-style-type: none"> • Простые рецепты питательных растворов: зачем нужны разные ингредиенты (минеральные соли, вода) и как их рассчитать на примере салата. • Прогноз: как изменится рост растений, если изменить состав раствора. • Типичные ошибки при приготовлении растворов 	<ul style="list-style-type: none"> • Обсуждение реального кейса: "Какой раствор приготовить для проращивания семян или выращивания рассады в установке?" • Обсуждение в группах "что изменится для растения, если раствор будет слишком концентрирован/разбавлен/кислый". • Расчет и приготовление питательного раствора малыми группами (отмерить, растворить, проверить pH). • Самооценка по чек-листу приготовления раствора. 	Приготавливать и корректировать простейший питательный раствор для растений, объяснять влияние его состава на рост и развитие объекта выращивания.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
8. Решение типовых задач из олимпиады НТО	Разбор типовых задач на приготовление, разбавление растворов.	<ul style="list-style-type: none"> Решение расчетных задач на пересчет концентраций, разбавление Презентация результатов мини-проектов 	<ul style="list-style-type: none"> Рассчитывать концентрации питательных растворов Решать типовые задачи олимпиады по расчету концентраций

Методические рекомендации для преподавателей

Общие рекомендации по организации занятий

1. Структура занятия:

- Начинайте каждое занятие с краткого повторения предыдущего материала и связи его с новой темой (5-7 минут)
- Разделите занятие на теоретическую часть (30-35 минут) и практическую часть (45-50 минут)
- Завершайте занятие рефлексией, где учащиеся сами формулируют основные выводы и связывают их с задачами ситифермерства

2. Связь с традиционным курсом химии:

- При объяснении новых понятий опирайтесь на знакомые учащимся темы из школьного курса химии
- Используйте привычную химическую терминологию, но объясняйте ее практическое применение в контексте инженерных биологических систем
- Выстраивайте параллели между классическими химическими законами и их проявлением в гидропонных системах

3. Практическая направленность:

- Формулируйте задания в контексте реальных ситуаций в ситифермерстве
- Используйте в качестве примеров конкретные культуры и питательные растворы для них
- Демонстрируйте, как химические знания помогают решать практические проблемы при выращивании растений

Связь традиционных химических понятий с инженерными биологическими системами

Традиционное химическое понятие	Связь с инженерными биологическими системами
Растворы и концентрации	<ul style="list-style-type: none"> Объясните, что гидропонный раствор — это сложная многокомпонентная система, где важны не только абсолютные концентрации, но и соотношения элементов Покажите, как традиционные способы выражения концентрации (%, моль/л) связаны с единицами, используемыми в гидропонике (ppm, EC) Используйте расчеты массовой доли для приготовления маточных растворов
Кислоты, основания и pH	<ul style="list-style-type: none"> Объясните, как шкала pH влияет на доступность питательных элементов для растений Покажите связь между буферными свойствами растворов и стабильностью гидропонной системы Продемонстрируйте, как традиционные индикаторы (лакмус, фенолфталеин) могут быть использованы для контроля pH наряду с современными приборами
Периодическая система элементов	<ul style="list-style-type: none"> Связывайте положение элемента в периодической системе с его ролью в питании растений Объясните, почему макро- и микроэлементы важны в разных количествах Покажите, как сходные по химическим свойствам элементы могут замещать друг друга в физиологических процессах растений
Окислительно-восстановительные реакции	<ul style="list-style-type: none"> Объясните процессы окисления и восстановления на примере превращений азота в гидропонной системе Покажите связь между окислительно-восстановительными процессами и доступностью железа для растений Используйте понятие ОВП (окислительно-восстановительного потенциала) для объяснения процессов в корневой зоне Рассмотрите роль кислорода как окислителя в питательном растворе

Рекомендации по ведению лабораторного журнала

1. Значение лабораторного журнала

- Объясните, что лабораторный журнал — это официальный документ научного исследования

- Покажите примеры (фото, видео) реальных лабораторных журналов из научных лабораторий
- Подчеркните, что навык ведения лабораторного журнала проверяется на олимпиаде НТО

2. Структура лабораторного журнала

- Разработайте и выдайте шаблон лабораторного журнала с основными разделами
- Обучитециальному оформлению титульного листа и содержания
- Требуйте обязательного включения следующих разделов для каждой работы:
 - Дата и название работы
 - Цель исследования
 - Оборудование и реактивы
 - Методика проведения работы
 - Результаты и наблюдения
 - Расчеты (с формулами и единицами измерения)
 - Выводы
 - Ответы на контрольные вопросы

3. Методика ведения записей

- Требуйте ведения записей непосредственно во время эксперимента, а не "по памяти" после
- Обучите технике "хороших лабораторных практик" (GLP): никогда не стирать записи, а перечеркивать ошибки одной линией
- Требуйте указания единиц измерения при всех числовых значениях
- Поощряйте использование таблиц и графиков для наглядного представления данных

4. Оценка лабораторных журналов

- Регулярно проверяйте лабораторные журналы (не реже одного раза в две недели)
- Разработайте четкие критерии оценки лабораторных журналов
- Предоставляйте конструктивную обратную связь по ведению журнала

- Демонстрируйте лучшие примеры ведения журналов для мотивации учащихся

Рекомендации по проведению занятия по окислительно-восстановительным процессам

1. Практические примеры для гидропоники:

- Приведите примеры веществ, которые могут быть окислителями или восстановителями в питательных растворах
- Обсудите, как железо может менять степень окисления с Fe^{2+} на Fe^{3+} и почему Fe^{2+} более доступно для растений
- Рассмотрите превращения соединений азота ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+$) и их влияние на питание растений
- Объясните, почему важно поддерживать определенный уровень кислорода в питательном растворе для предотвращения нежелательных окислительно-восстановительных процессов
- Покажите, как микроорганизмы могут влиять на окислительно-восстановительные процессы в корневой зоне

2. Лабораторная работа

- Организуйте эксперимент по наблюдению за изменением цвета раствора при окислении железа (II) до железа (III) на воздухе
- Проведите демонстрацию влияния pH на скорость окислительно-восстановительных процессов
- Предложите учащимся исследовать влияние различных факторов на скорость окисления железа в питательном растворе

3. Связь с олимпиадными заданиями

- Разберите типовые задачи из прошлых лет НТО, связанные с окислительно-восстановительными процессами
- Покажите, как знание окислительно-восстановительных процессов помогает при решении практических задач ситифермерства
- Предложите учащимся составить собственные задачи на тему окислительно-восстановительных процессов в гидропонных системах

Методическая карта модуля "Биохимия растительной продукции" (18 часов, 9 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения - Анализировать клеточные и биохимические процессы для оптимизации роста растений в контролируемых условиях гидропонных систем.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в биохимию растений	<ul style="list-style-type: none"> Основные биомолекулы в растениях: белки, жиры, углеводы Понятие о питательной ценности и КБЖУ Вторичные метаболиты растений и их значение Методы определения основных компонентов в растительной продукции. качественные реакции на белки, жиры и углеводы Связь состава растений с условиями выращивания 	<ul style="list-style-type: none"> Групповая работа: составление сравнительной таблицы "КБЖУ различных растений, выращиваемых в супермаркетах" Анализ информационных материалов о составе различных овощей и зелени Мини-викторина "Биомолекулы в нашем рационе" Демонстрационный опыт: качественные реакции на белки, жиры и углеводы Соревнование: Кто быстрее найдет все функциональные группы в витамине С Проектное задание <ul style="list-style-type: none"> Мини-проект "Супер-салат будущего" Выберите 5 ингредиентов Рассчитайте общую питательность Объясните, почему это идеальное сочетание Презентуйте классу 	<ul style="list-style-type: none"> Различать основные группы биомолекул в растениях Объяснять понятие питательной ценности и КБЖУ Анализировать связь между составом растений и их пищевой ценностью
2. Белки в растительной продукции	<ul style="list-style-type: none"> Аминокислотный состав растительных белков Незаменимые аминокислоты и их значение Белки как структурные и функциональные компоненты клетки 	<ul style="list-style-type: none"> Анализ данных о содержании белка в различных частях растений Составление таблицы "Аминокислотный состав различных растений" Решение расчетных задач по определению белкового компонента 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять значение растительных белков в питании Анализировать аминокислотный состав растительных белков Прогнозировать влияние условий выращивания на

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<ul style="list-style-type: none"> Факторы, влияющие на накопление белков в растениях 	<ul style="list-style-type: none"> в растительной продукции Анализ факторов, влияющих на содержание белка в растениях, выращиваемых в ИБС 	<ul style="list-style-type: none"> накопление белка Рассчитывать содержание белка по азотистому компоненту
3. Углеводы и их функции в растениях	<ul style="list-style-type: none"> Классификация углеводов: моно-, ди- и полисахариды Структурные и запасающие полисахариды растений Биосинтез углеводов в растениях (связь с фотосинтезом) Пищевые волокна и их значение Факторы, влияющие на накопление углеводов 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа 1: "Определение содержания крахмала в различных овощах" Решение задач на расчет калорийности растительной продукции Анализ данных о влиянии условий выращивания на содержание углеводов в растениях 	<ul style="list-style-type: none"> Классифицировать углеводы растений Объяснять роль углеводов в питании человека Определять содержание крахмала в растениях Анализировать влияние условий выращивания на накопление углеводов
4. Липиды в растительной продукции	<ul style="list-style-type: none"> Классификация растительных липидов Жирные кислоты: насыщенные и ненасыщенные Омега-3, омега-6 и омега-9 жирные кислоты Биосинтез липидов в растениях Факторы, влияющие на жирнокислотный состав растений 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа 2: "Экстракция и определение содержания липидов в семенах" Сравнительный анализ жирнокислотного состава различных растительных масел (по справочным данным) Решение типовых задач НТО по расчету питательной ценности 	<ul style="list-style-type: none"> Классифицировать растительные липиды Объяснять значение различных жирных кислот для питания Выделять липиды из растительного материала Оптимизировать условия выращивания для получения заданного жирнокислотного состава
5. Витамины и антиоксиданты в растениях	<ul style="list-style-type: none"> Классификация витаминов: водорастворимые и жирорастворимые Основные витамины в растениях: C, группа B, E, K Антиоксиданты растений: флавоноиды, каротиноиды Биосинтез 	<ul style="list-style-type: none"> Кейс-анализ "Влияние условий выращивания на содержание витаминов в зелени" Составление карты "Витаминный профиль различных культур" Решение задач по расчету содержания витаминов в суточном 	<ul style="list-style-type: none"> Классифицировать витамины растений Объяснять значение витаминов и антиоксидантов для здоровья Анализировать факторы, влияющие на накопление витаминов в растениях Оптимизировать

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	витаминов и антиоксидантов <ul style="list-style-type: none"> Факторы, влияющие на накопление витаминов 	Анализ научных данных о содержании антиоксидантов в различных овощах и зелени	условия выращивания для максимального накопления витаминов
6. Микроэлементы в растительной продукции	<ul style="list-style-type: none"> Макро- и микроэлементы, необходимые растениям Биологическая роль основных элементов (Fe, Ca, Mg, K, P) Транспорт и накопление минеральных веществ в растениях Биодоступность минеральных веществ Факторы, влияющие на минеральный состав растений 	<ul style="list-style-type: none"> Работа с данными: анализ влияния состава питательного раствора на минеральный состав растений Составление таблицы "Минеральный профиль различных культур" Решение задач по расчету концентраций элементов в растворах 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять роль минеральных веществ в питании Описывать механизмы накопления минералов в растениях Анализировать минеральный состав растительной продукции
7. Пигменты растений и их значение	<ul style="list-style-type: none"> Основные группы пигментов: хлорофиллы, каротиноиды, антоцианы Биосинтез и функции растительных пигментов Изменение пигментного состава при созревании и хранении Влияние условий выращивания на накопление пигментов 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа 3: "Экстракция и анализ пигментов из растительного материала" Введение в хроматографию: принцип метода, применение в анализе растительных экстрактов Анализ влияния условий выращивания на пигментный состав листьев <p>Начало подготовки к итоговому проекту: формирование команд, выбор культур и целевых параметров</p>	<ul style="list-style-type: none"> Различать основные группы растительных пигментов Объяснять биологические функции пигментов в растениях Экстрагировать и разделять пигменты методом хроматографии Анализировать факторы, влияющие на накопление пигментов в растениях
8. Биохимический мониторинг ситифермы и методы анализа растительной продукции	<ul style="list-style-type: none"> Основные биохимические показатели для мониторинга Экспресс-методы анализа 	<ul style="list-style-type: none"> Решение кейсов "Корректировка параметров ситифермы на основе биохимических 	<ul style="list-style-type: none"> Выбирать ключевые биохимические показатели для мониторинга ситифермы

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<p>растительной продукции</p> <ul style="list-style-type: none"> Интерпретация результатов биохимического анализа Корректировка условий выращивания на основе биохимических данных Связь биохимических показателей с продуктивностью 	<p>данных"</p> <ul style="list-style-type: none"> Разработка чек-листа для биохимического мониторинга 	<ul style="list-style-type: none"> Интерпретировать результаты биохимического анализа Корректировать параметры ситифермы на основе биохимических данных Разрабатывать протоколы биохимического мониторинга
9. Итоговый проект: "Биохимический анализ продукции ситифермы"	<ul style="list-style-type: none"> Методы оценки качества продукции ситифермы Принципы проектирования растительной продукции с заданными свойствами Анализ результатов проекта Представление результатов биохимического анализа Решение типовых задач НТО по биохимии растительной продукции 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа 4 (итоговый проект): "Биохимическая оценка качества продукции гидропонной установки" Презентация и защита результатов проекта 	<ul style="list-style-type: none"> Проводить комплексный биохимический анализ растительной продукции Оценивать качество продукции по комплексу биохимических показателей Рассчитывать КБЖУ и содержание биологически активных веществ Представлять результаты биохимического анализа в форме научного отчета

Методические рекомендации по реализации модуля

1. Общие рекомендации по проведению лабораторных работ

Все лабораторные работы направлены на формирование практических навыков биохимического анализа растительной продукции, которые необходимы для решения задач НТО.

Лабораторная работа "Определение содержания крахмала в различных овощах"

Оборудование и материалы:

- Терка
- Ступка с пестиком

- Марля или мелкое сито
- Весы электронные
- Мерные цилиндры
- Стаканы химические (100-250 мл)
- Водяная баня
- Спиртовка или электрическая плитка
- Реактивы: раствор Люголя, дистиллированная вода, 0,1 М HCl
- Образцы различных овощей: картофель, кукуруза, бобовые, топинамбур
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Выделение крахмала:

- Взвесьте по 10 г каждого образца
- Измельчите на терке или в ступке
- Добавьте 50 мл холодной воды, перемешайте
- Отожмите через марлю в стакан
- Дайте отстояться 15-20 минут
- Слейте надосадочную жидкость, оставив осадок крахмала
- Повторите промывание водой 2-3 раза

2. Качественная оценка:

- К небольшой части осадка добавьте 1-2 капли раствора Люголя
- Наблюдайте появление синего окрашивания
- Оцените интенсивность окраски для разных образцов

3. Количественное определение:

- Высушите осадок крахмала при комнатной температуре или в сушильном шкафу
- Взвесьте сухой крахмал
- Рассчитайте процентное содержание крахмала в исходном образце по формуле:

$$\% \text{ крахмала} = (\text{масса сухого крахмала} / \text{масса исходного образца}) \times 100$$

4. Гидролиз крахмала (дополнительный эксперимент):

- Поместите 1 г выделенного крахмала в пробирку
- Добавьте 10 мл 0,1 М HCl
- Нагрейте на водяной бане 15-20 минут
- Проверьте наличие крахмала реакцией с Люголем (должно исчезнуть синее окрашивание)
- Проверьте наличие глюкозы реакцией с реактивом Фелинга

5. Анализ результатов:

- Составьте таблицу содержания крахмала в различных овощах
- Постройте диаграмму для сравнения
- Сделайте выводы о пищевой ценности исследуемых овощей по содержанию крахмала

Лабораторная работа "Экстракция и определение содержания липидов в семенах"

Оборудование и материалы:

- Ступка с пестиком
- Весы электронные
- Химические стаканы
- Пробирки
- Воронки
- Фильтровальная бумага
- Водяная баня
- Часовые стекла или чашки Петри
- Реактивы: этиловый спирт (96%), ацетон или гексан (если доступен)
- Образцы семян: подсолнечник, лен, тыква, рапс
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Подготовка образцов:
 - Взвесьте по **10-20** г каждого вида семян
 - Тщательно измельчите в ступке до однородной массы
2. Экстракция липидов:
 - Поместите измельченный материал в стакан
 - Добавьте 25 мл экстрагирующего растворителя (этиловый спирт, ацетон или гексан)
 - Перемешайте и оставьте на 30 минут, периодически помешивая
 - Отфильтруйте экстракт через фильтровальную бумагу **в предварительно взвешенную пробирку**,
 - Повторите экстракцию с новой порцией растворителя
3. Выделение липидов:
 - Поместите **пробирки** с экстрактами на водяную баню (не более 50°C) в вытяжном шкафу
 - Выпарите растворитель
 - Взвесьте **пробирки** с выделенными липидами
4. Расчет содержания липидов:
 - Рассчитайте массу выделенных липидов по формуле:
масса липидов = масса **пробирки** с липидами – исходная масса чашки
 - Рассчитайте процентное содержание липидов:
% липидов = (масса липидов / масса исходного образца) × 100
5. Качественная оценка липидов:
 - Нанесите каплю выделенных липидов на фильтровальную бумагу
 - Оцените размер и прозрачность жирного пятна
 - Опишите цвет и запах выделенных липидов
6. Анализ результатов:

- Составьте сравнительную таблицу содержания липидов в различных семенах
- Постройте диаграмму для наглядного сравнения
- Обсудите связь между содержанием липидов и энергетической ценностью семян

Лабораторная работа "Экстракция и анализ пигментов из растительного материала"

Оборудование и материалы:

- Ступка с пестиком
- Весы электронные
- Пробирки
- Пипетки
- Фильтровальная бумага
- Полоски хроматографической бумаги или фильтровальной бумаги
- Стеклянные капилляры или пипетки Пастера
- Стеклянные стаканы или банки с крышками
- Реактивы: этиловый спирт (96%), ацетон, петролейный эфир (если доступен), бензин (можно использовать как замену петролейному эфиру)
- Образцы растительного материала: зеленые листья различных растений, красные листья, цветные овощи (морковь, свекла)
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Экстракция пигментов:

- Взвесьте по 2 г каждого образца
- Измельчите в ступке с небольшим количеством кварцевого песка (если доступен)
- Добавьте 10 мл этилового спирта или ацетона
- Тщательно разотрите до однородной массы
- Отфильтруйте через фильтровальную бумагу
- Соберите фильтрат в чистую пробирку

2. Разделение пигментов методом бумажной хроматографии:

- Приготовьте подвижную фазу: смесь петролейного эфира (или бензина) с ацетоном в соотношении 9:1
- Отрежьте полоску фильтровальной или хроматографической бумаги длиной 10-15 см
- Нанесите каплю экстракта на 2 см от края полоски
- Поместите полоску в стакан с подвижной фазой так, чтобы край полоски был погружен в растворитель, но пятно экстракта оставалось над уровнем жидкости
- Закройте стакан

3. Наблюдение и анализ результатов хроматографии:

- Наблюдайте за передвижением растворителя по полоске бумаги

- Когда растворитель поднимется до 1-2 см от верхнего края полоски, извлеките полоску и отметьте карандашом верхнюю границу растворителя
 - Высушите полоску на воздухе
 - Идентифицируйте различные пигменты по характерным цветам:
 - Хлорофилл a - сине-зеленый
 - Хлорофилл b - желто-зеленый
 - Каротиноиды - желтый, оранжевый
 - Ксантофиллы - желтый
 - Измерьте расстояние от линии старта до каждого пигментного пятна и до линии фронта растворителя
 - Рассчитайте значение Rf для каждого пигмента по формуле:
 $Rf = \text{расстояние, пройденное пигментом} / \text{расстояние, пройденное растворителем}$
4. Сравнительный анализ:
- Сравните хроматограммы пигментов из различных образцов
 - Составьте таблицу пигментов и их значений Rf
 - Сделайте выводы о составе пигментов в различных растительных материалах
5. Анализ результатов:
- Обсудите факторы, влияющие на содержание пигментов в растениях
 - Объясните значение различных пигментов для растений
 - Сделайте выводы о возможности управления содержанием пигментов путем изменения условий выращивания

Лабораторная работа "Разработка системы биохимического мониторинга для гидропонной установки"

Оборудование и материалы:

- Гидропонная установка с растениями
- pH-метр или индикаторная бумага
- EC-метр или TDS-метр
- Термометр
- Лупа или простой микроскоп
- Тест-полоски для определения содержания нитратов
- Тест-полоски для определения содержания фосфатов
- Индикаторы для определения содержания калия (если доступны)
- Линейки или измерительная лента
- Весы электронные
- Фотоаппарат или смартфон с камерой
- Лабораторный журнал
- Планшет с таблицами для фиксации данных

Методика:

1. Разработка плана мониторинга:

- Определите ключевые параметры для мониторинга: pH, EC (электропроводность), температура раствора, содержание основных элементов питания, внешние признаки растений
- Составьте график мониторинга с указанием частоты измерений для каждого параметра
- Разработайте форму для фиксации данных

2. Мониторинг параметров питательного раствора:

- Измерьте pH питательного раствора с помощью pH-метра или индикаторной бумаги
- Измерьте электропроводность (EC) раствора с помощью EC-метра
- Измерьте температуру раствора
- Проведите экспресс-тесты на содержание основных элементов питания (нитраты, фосфаты, калий) с помощью тест-полосок
- Зафиксируйте результаты в разработанной форме

3. Мониторинг состояния растений:

- Измерьте высоту растений и диаметр стебля
- Подсчитайте количество листьев
- Оцените цвет листьев (используйте цветовую шкалу или фотофиксацию)
- Осмотрите растения на наличие признаков дефицита элементов питания или заболеваний
- Сфотографируйте растения для документирования их состояния
- Зафиксируйте результаты в разработанной форме

4. Анализ и интерпретация данных:

- Составьте графики изменения ключевых параметров во времени
- Проанализируйте взаимосвязь между параметрами питательного раствора и состоянием растений
- Выявите отклонения параметров от оптимальных значений
- Разработайте рекомендации по корректировке условий выращивания на основе полученных данных

5. Разработка автоматизированной системы мониторинга:

- Предложите схему размещения датчиков в гидропонной установке
- Разработайте алгоритм сбора и анализа данных
- Составьте таблицу оптимальных значений параметров для выращиваемых культур
- Предложите систему оповещений при выходе параметров за пределы оптимального диапазона

2. Организация итогового проекта

Итоговый проект "Биохимическая оценка качества продукции гидропонной установки" следует начать готовить заранее:

- На занятии 7 (за неделю до итогового занятия):
 - Сформировать проектные команды (3-4 человека)

- Определить культуры для анализа (рекомендуется использовать растения, выращенные в школьной гидропонной установке)
- Сформулировать гипотезу о зависимости биохимических показателей от условий выращивания
- Разработать план эксперимента и распределить роли в команде
- В промежутке между занятиями 7 и 8:
 - Команды готовят необходимые материалы и реактивы
 - При необходимости собирают предварительные данные
 - Консультируются с преподавателем по методикам
- На занятии 9:
 - Проводят комплексный биохимический анализ выбранных образцов
 - Обрабатывают полученные результаты
 - Готовят презентацию и защищают проект

3. Рекомендации по работе с методом хроматографии

Особое внимание следует уделить методу хроматографии, который используется в лабораторной работе 3 по анализу пигментов:

1. Подготовка преподавателя:
 - Перед проведением занятия необходимо самостоятельно провести хроматографическое разделение пигментов и подготовить наглядные примеры хроматограмм
 - Рекомендуется подготовить презентацию или видеоматериалы, демонстрирующие принципы хроматографии
2. Объяснение принципа метода:
 - Хроматография – метод разделения смесей веществ, основанный на различной скорости перемещения компонентов смеси в подвижной фазе (растворитель) вдоль неподвижной фазы (адсорбент)
 - Объяснить понятия "подвижная фаза", "неподвижная фаза", "адсорбция"
 - Пояснить значение коэффициента R_f и как его рассчитывать
3. Практические рекомендации:
 - Использовать доступные материалы: фильтровальную бумагу вместо специальной хроматографической
 - В качестве подвижной фазы для разделения растительных пигментов можно использовать смесь бензина с ацетоном (9:1) или смесь петролейного эфира с ацетоном
 - Для лучшей визуализации процесса рекомендуется использовать контрастные пигменты (например, экстракты зеленых листьев и красных плодов)
4. Методические приемы:
 - Организовать демонстрационный эксперимент с обсуждением наблюдаемых явлений

- Использовать аналогии для объяснения принципа (например, капиллярный подъем воды по бумажной салфетке)
- Предложить учащимся составить схему хроматографического разделения

8. Критерии оценивания

При оценивании работы учащихся рекомендуется учитывать:

1. Активность участия в практических работах
2. Качество ведения лабораторного журнала
3. Точность проведения расчетов
4. Обоснованность выводов
5. Качество презентации результатов
6. Способность применять полученные знания для решения задач НТО

Методическая карта модуля "Физиология и биохимия растений" (16 часов, 8 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения: Оптимизировать физиологические процессы растений в гидропонных системах на основе анализа факторов среды и потребностей различных культур.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Фотосинтез в условиях интенсивного культивирования	<ul style="list-style-type: none"> Световые и темновые реакции фотосинтеза Факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза Фотосинтетические пигменты и их спектры поглощения Адаптации фотосинтетического аппарата к различным условиям освещения Оптимизация световых условий в гидропонных системах 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа "Изучение влияния интенсивности и спектрального состава света на фотосинтез" Построение графиков зависимости интенсивности фотосинтеза от различных факторов Разработка рекомендаций по оптимизации освещения в гидропонных системах 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять механизмы световых и темновых реакций фотосинтеза Анализировать факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза Оптимизировать световые условия для максимальной эффективности фотосинтеза Разрабатывать режимы освещения для различных культур
2. Дыхание растений в искусственных условиях	<ul style="list-style-type: none"> Особенности дыхания растений Взаимосвязь дыхания и фотосинтеза Влияние факторов среды на интенсивность дыхания Дыхательный коэффициент и его значение Оптимизация газообмена в гидропонных системах 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа "Определение интенсивности дыхания растений при различных температурах" Анализ кейса "Проблема газообмена в закрытых гидропонных системах" Расчет дыхательного коэффициента Разработка рекомендаций по оптимизации газообмена 	<ul style="list-style-type: none"> Характеризовать процессы дыхания растений Анализировать взаимосвязь дыхания и фотосинтеза Измерять и интерпретировать дыхательный коэффициент Оптимизировать условия для эффективного газообмена в гидропонных системах
3-4. Минеральное питание растений	<ul style="list-style-type: none"> Макро- и микроэлементы, их функции в растениях Механизмы поглощения и транспорта ионов 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа "Диагностика дефицита элементов питания по внешним признакам растений" Практическая работа "Составление питательных 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять функции макро- и микроэлементов в растениях Диагностировать дефицит и избыток элементов питания

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<ul style="list-style-type: none"> • Корневое питание и его особенности в гидропонике • Диагностика дефицита и избытка элементов питания • Составление питательных растворов для различных культур • Взаимодействие ионов в питательных растворах 	<ul style="list-style-type: none"> растворов для различных культур" • Анализ кейса "Оптимизация минерального питания томатов в гидропонике" • Тестирование по минеральному питанию растений 	
5. Минеральное питание и транспорт веществ в растении	<ul style="list-style-type: none"> • Активное и пассивное поглощение ионов корнями • Корневая система как орган поглощения • Транспорт веществ по растению: ксилема и флоэма • Транспирация и гуттация: движение воды в растении • Значение макро- и микроэлементов для растения • Симптомы дефицита элементов питания 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Наблюдение транспирации и гуттации у растений" • Составление диагностической таблицы "Визуальные признаки дефицита элементов питания" • Практическая работа "Определение потребности растений в различных элементах по внешним признакам" • Сравнительный анализ образцов растений с оптимальным питанием и дефицитом элементов 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять механизмы поглощения и транспорта веществ в растении • Диагностировать дефицит элементов питания по внешнему виду растений • Анализировать эффективность поступления элементов питания в растения при гидропонном выращивании • Оптимизировать состав питательного раствора в зависимости от потребностей культуры
6. Гормональная регуляция роста и развития растений	<ul style="list-style-type: none"> • Основные группы фитогормонов и их функции • Ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен • Роль фитогормонов в регуляции роста и развития • Тропизмы и настии растений • Фитогормоны в 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Изучение фототропизма и геотропизма проростков" • Составление сравнительной таблицы "Фитогормоны и их функции" • Анализ кейса "Применение регуляторов роста в гидропонике" • Групповая дискуссия "Этичность и безопасность использования 	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризовать основные группы фитогормонов и их функции • Объяснять механизмы действия регуляторов роста растений • Анализировать эффективность применения различных регуляторов роста

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	растениеводстве <ul style="list-style-type: none"> • Применение регуляторов роста в гидропонике 	регуляторов роста растений"	<ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать стратегии использования фитогормонов для оптимизации роста растений в гидропонных системах
7. Стressовые факторы и адаптации растений	<ul style="list-style-type: none"> • Понятие о стрессе у растений • Типы стрессоров: абиотические и биотические • Реакции растений на различные стрессоры • Адаптации растений к неблагоприятным условиям • Механизмы устойчивости к стрессам • Методы повышения стрессоустойчивости растений • Профилактика и коррекция стрессовых состояний растений в гидропонике 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Влияние солевого стресса на растения" • Составление схемы "Реакции растений на различные стрессоры" • Разработка рекомендаций "Профилактика стрессовых состояний растений в гидропонной системе" • Решение ситуационных задач по диагностике и устранению стрессовых воздействий 	<ul style="list-style-type: none"> • Классифицировать стрессовые факторы, воздействующие на растения • Определять признаки стрессового состояния растений • Разрабатывать меры по повышению стрессоустойчивости растений • Оптимизировать условия выращивания для минимизации стрессовых воздействий
8. Итоговое практическое занятие: физиологический мониторинг растений в гидропонной системе	<ul style="list-style-type: none"> • Комплексная диагностика физиологического состояния растений • Оценка интенсивности фотосинтеза, дыхания и транспирации • Анализ эффективности минерального питания • Визуальная диагностика состояния растений • Разработка рекомендаций по оптимизации условий выращивания 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Комплексная оценка физиологического состояния растений в гидропонной системе" • Разработка протокола оптимизации условий выращивания на основе физиологических показателей 	<ul style="list-style-type: none"> • Проводить комплексную диагностику физиологического состояния растений • Интерпретировать результаты физиологических измерений • Разрабатывать рекомендации по оптимизации условий выращивания • Создавать системы мониторинга физиологических процессов в

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<ul style="list-style-type: none"> Составление плана физиологического мониторинга растений 		гидропонных установках

Методические рекомендации для преподавателей

Аспект	Рекомендации
Достижение результатов обучения	<ul style="list-style-type: none"> Использовать проблемный подход: представлять растения с симптомами дефицита и предлагать определить причину Обеспечить связь теории с практикой: после изучения каждого физиологического процесса предлагать кейсы по оптимизации этого процесса в гидропонике Применять метод сравнения: организовать наблюдение за растениями в оптимальных условиях и в условиях стресса Разработать систему пошаговой диагностики физиологического состояния растений
Проектная деятельность	<ul style="list-style-type: none"> Организовать мини-проект "Оптимизация питательного раствора" с созданием таблицы симптомов дефицита различных элементов Вести мониторинг состояния растений в гидропонной системе с документированием изменений Создать "дневник агронома" для фиксации наблюдений и рекомендаций Организовать эксперимент по оптимизации условий выращивания конкретной культуры на основе физиологических показателей
Работа с оборудованием	<ul style="list-style-type: none"> Использовать микроскопы для изучения устьиц и других структур листа, связанных с транспирацией Применять датчики для измерения влажности, освещенности и температуры Использовать набор для анализа питательных растворов и тест-полоски pH Организовать демонстрационные опыты с фитогормонами на проростках растений
Связь с НТО	<ul style="list-style-type: none"> Включать в занятия адаптированные задания из инженерного труда НТО по физиологии растений Формировать навыки диагностики состояния растений по внешним признакам Тренировать навыки оптимизации условий выращивания на основе знаний о физиологии растений Разрабатывать кейсы по проектированию гидропонных систем с учетом физиологических потребностей растений
Организация занятия 5	<ul style="list-style-type: none"> Начать с демонстрации растений с различными симптомами дефицита элементов питания Использовать цветные фотографии или реальные образцы растений с дефицитом элементов Подготовить коллекцию листьев с различными признаками нарушения минерального питания Для наблюдения гуттации использовать молодые растения, которые накрывают влажным колпаком на ночь
Организация занятия 6	<ul style="list-style-type: none"> Использовать видеоматериалы, демонстрирующие различные тропизмы в ускоренной съемке

Аспект	Рекомендации
	<ul style="list-style-type: none"> Подготовить проростки для наблюдения геотропизма и фототропизма Создать условия для наблюдения настических движений (например, у мимозы) Подготовить образцы коммерческих регуляторов роста растений для анализа их состава и применения
Организация занятия 7	<ul style="list-style-type: none"> Создать модельные стрессовые ситуации для растений (повышенная соленость, недостаток влаги, изменение pH) Подготовить коллекцию фотографий растений с признаками различных стрессов Организовать простой эксперимент по проверке влияния стрессовых факторов на растения Подготовить образцы растений, адаптированных к различным условиям среды
Организация занятия 8	<ul style="list-style-type: none"> Подготовить чек-листы для комплексной диагностики состояния растений Разработать систему балльной оценки физиологического состояния растений Создать условия для командной работы по оптимизации гидропонной системы Обеспечить возможность для каждого учащегося провести полный цикл диагностики и дать рекомендации

Примеры практических работ для модуля "Физиология и биохимия растений"

Практическая работа "Наблюдение транспирации и гуттации у растений"
Оборудование и материалы:

- Комнатные растения различных видов
- Целлофановые пакеты
- Резинки или шпагат
- Стеклянные или пластиковые колпаки
- Весы электронные
- Листы фильтровальной бумаги
- Лабораторный журнал

Методика:

- Для наблюдения транспирации:
 - Выберите здоровый лист растения, аккуратно протрите его поверхность
 - Поместите лист в прозрачный целлофановый пакет и плотно завяжите у основания
 - Оставьте на 1-2 часа в хорошо освещенном месте
 - Наблюдайте появление капель влаги на внутренней поверхности пакета
 - Сравните интенсивность транспирации у различных растений
- Для наблюдения гуттации:
 - Вечером обильно полейте растение с широкими листьями

- Накройте растение стеклянным или пластиковым колпаком
- Утром наблюдайте появление капель воды на кончиках или краях листьев
- Соберите каплю на фильтровальную бумагу и после высыхания наблюдайте наличие минеральных солей

3. Для количественной оценки транспирации:

- Горшок с растением полить и накрыть пленкой, чтобы минимизировать испарение влаги с поверхности почвы
- Взвесьте горшок с растением
- Оставьте на 24 часа в стабильных условиях
- Повторно взвесьте горшок с цветком и определите потерю воды
- Рассчитайте интенсивность транспирации на единицу площади листьев

Практическая работа "Определение потребности растений в различных элементах по внешним признакам"

Оборудование и материалы:

- Коллекция растений с признаками дефицита различных элементов
- Фотографии растений с симптомами дефицита элементов
- Диагностические таблицы
- Лупы
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Ознакомьтесь с диагностическими таблицами симптомов дефицита различных элементов
2. Изучите предложенные образцы растений и фотографии
3. Для каждого образца:
 - Опишите наблюдаемые симптомы (на каких листьях проявляются, характер изменений)
 - Определите вероятный дефицит элемента, используя диагностическую таблицу
 - Обоснуйте свое заключение
4. Разработайте рекомендации по коррекции питательного раствора для каждого случая
5. Заполните таблицу результатов и оформите выводы в лабораторном журнале

Практическая работа "Изучение фототропизма и геотропизма проростков"

Оборудование и материалы:

- Проростки фасоли или гороха (5-7 дневные)
- Картонные коробки с отверстием для света
- Источники света

- Линейки
- Транспортиры
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Для изучения фототропизма:
 - Поместите проростки в картонную коробку с отверстием для света сбоку
 - Установите источник света напротив отверстия
 - Наблюдайте изменение направления роста через каждые 2 часа
 - Измерьте угол изгиба стебля через 6 часов после начала эксперимента
2. Для изучения геотропизма:
 - Поместите проростки горизонтально на влажную фильтровальную бумагу
 - Отметьте начальное положение корня и стебля
 - Наблюдайте изменение направления роста через каждые 2 часа
 - Измерьте угол изгиба корня и стебля через 6 часов после начала эксперимента
3. Для обоих экспериментов:
 - Зафиксируйте результаты в лабораторном журнале
 - Постройте графики зависимости угла изгиба от времени
 - Сравните скорость реакции на различные стимулы

Лабораторная работа "Влияние солевого стресса на растения"

Оборудование и материалы:

- Семена редиса или овса
- Растворы NaCl различной концентрации (0%, 0.5%, 1%, 2%)
- Чашки Петри или небольшие контейнеры
- Фильтровальная бумага
- Линейки
- Весы электронные
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Подготовьте растворы NaCl указанных концентраций
2. Поместите в чашки Петри фильтровальную бумагу и увлажните ее соответствующими растворами
3. Поместите по 15 семян в каждую чашку
4. Через 7 дней:
 - Измерьте длину корней и побегов
 - Оцените состояние листьев (цвет, тurgор)
 - Взвесьте проростки для определения биомассы
5. Рассчитайте процент ингибирования роста для каждой концентрации соли

6. Постройте график зависимости показателей роста от концентрации соли
7. Сформулируйте выводы о влиянии солевого стресса на растения

Рекомендации по ведению проектной деятельности в рамках модуля

1. Организация долгосрочного наблюдения

- Создать систему регулярных измерений физиологических параметров растений в гидропонной установке
- Вести журнал наблюдений с фотофиксацией состояния растений
- Разработать форму отчетности для документирования наблюдений

2. Возможные исследовательские мини-проекты:

"Оптимизация освещения для максимального фотосинтеза"

"Сравнение эффективности различных питательных растворов"

"Влияние стрессовых факторов на рост и развитие растений"

"Применение регуляторов роста для оптимизации урожайности"

3. Методы поддержания мотивации

- Организовать конкурс между командами на создание оптимальных условий для роста растений
- Вести рейтинг успешности выращивания различных культур
- Создать систему визуализации прогресса в проектной деятельности

Методическая карта модуля "Микробиология и экологическая биотехнология" (14 часов, 7 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения: Исследовать микроорганизмы для подбора оптимальных консорциумов в биофильтрах инженерных биологических систем.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в микробиологию и экологическую биотехнологию	<ul style="list-style-type: none"> • Микробиология как наука, ее значение • Разнообразие микроорганизмов • Экологическая биотехнология: определение и направления • Роль микроорганизмов в природе и инженерных биологических системах • Задачи НТО, связанные с микробиологией 	<ul style="list-style-type: none"> • Тест "Разнообразие микроорганизмов" • Составление ментальной карты "Роль микроорганизмов в экосистемах и инженерных биосистемах" • Анализ кейса "Использование микроорганизмов в сибиризме" 	<ul style="list-style-type: none"> • Классифицировать основные группы микроорганизмов • Объяснить значение микроорганизмов в природе и инженерных биосистемах • Определять направления применения микроорганизмов в экологической биотехнологии
2. Морфология и физиология микроорганизмов	<ul style="list-style-type: none"> • Строение прокариотической клетки • Формы бактериальных клеток • Питание микроорганизмов (автотрофы, гетеротрофы) • Дыхание микроорганизмов (аэробы, анаэробы) • Размножение бактерий • Факторы, влияющие на рост микроорганизмов 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Микроскопическое исследование микроорганизмов" • Составление сравнительной таблицы "Типы питания и дыхания микроорганизмов" • Практическая работа "Изучение влияния условий среды на рост микроорганизмов" 	<ul style="list-style-type: none"> • Идентифицировать основные формы бактериальных клеток под микроскопом • Сравнивать различные типы питания и дыхания микроорганизмов • Анализировать влияние факторов среды на рост микроорганизмов
3. Микроорганизмы в круговороте веществ	<ul style="list-style-type: none"> • Роль микроорганизмов в круговороте веществ • Участие микроорганизмов в круговороте углерода, азота, серы, фосфора • Почвенные микроорганизмы • Симбиотические 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление схемы "Роль микроорганизмов в круговороте азота" • Лабораторная работа "Обнаружение микроорганизмов в почве" • Групповая дискуссия "Значение 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснить роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе • Анализировать значение почвенных микроорганизмов для плодородия почвы • Оценивать важность микроорганизмов для питания растений

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	отношения микроорганизмов с растениями • Значение микроорганизмов для плодородия почвы	микроорганизмов для гидропонных систем"	
4. Влияние микробиоты на усвоение питательных веществ	Роль микроорганизмов (микориза, Trichoderma, азотфикссирующие бактерии, микоризные грибы) в улучшении усвоения макро- и микроэлементов в гидропонике. Особенности применения микроорганизмов в гидропонике. Механизм действия микроорганизмов	Составление блок-схемы, иллюстрирующей механизмы, с помощью которых микроорганизмы способствуют усвоению конкретного питательного вещества. Анализ ситуации, например "На фермерском поле наблюдается дефицит азота у пшеницы" или "В теплице плохо растут томаты". Экспериментальное изучение влияния готовых биопрепаратов (например, «Микориза», «Триходермин», «Азотофит») на рост и состояние растений; анализ изменений	Описывать механизмы, с помощью которых микроорганизмы способствуют усвоению основных питательных веществ растениями. Выбирать конкретные микроорганизмы для улучшения усвоения питательных веществ растениями. Анализировать возможности применения микроорганизмов для повышения усвоения питательных веществ растениями
5. Методы биологической защиты растений в гидропонике	Виды биопрепаратов и их механизмы действия. Подбор и применение биопрепаратов. Контроль эффективности и состояния растений.	Составление таблицы: «Механизм действия биопрепарата – его эффект – пример препарата» Анализ ситуации, например «У огурцов в теплице наблюдается желтизна листьев»	Описывать механизмы действия биопрепаратов, используемых в гидропонике для защиты растений от патогенов. Анализировать симптомы поражения растений и соотносить

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	Особенности эксплуатации и обслуживания при использовании биопрепаратов.	Создание рекомендательной таблицы /диагностической карты: «Проблема – возможный патоген – рекомендуемый биопрепарат» Лабораторное испытание биопрепаратов (например, «Триходермин», «Фитоспорин») на подавление патогенов в субстратах; наблюдение за здоровьем растений	их с типом возможного патогена в условиях гидропоники. Подбирать биопрепараты для защиты растений в гидропонных системах
6. Влияние условий среды на микробиологические процессы	Влияние физико-химических факторов (рН, температура, уровень кислорода) на жизнедеятельность микроорганизмов. Взаимосвязь между состоянием микробиоты и здоровьем растений в условиях изменяющейся среды. Методы контроля и корректировки параметров среды в гидропонике. Практические стратегии стабилизации микробиологических процессов через	Составление таблицы «Фактор-влияние-последствия». Анализ ситуаций примеры: "При понижении температуры раствор охладился до +8°C. Растения перестали расти. Объясните, почему это могло произойти с точки зрения микробиологии." Практическая работа с изменением условий среды (например, изменение рН раствора) и наблюдением за ростом растений с применением биопрепаратов	Описывать влияние основных факторов среды (рН, температура, уровень кислорода) на жизнедеятельность микроорганизмов в гидропонике. Объяснять взаимосвязь между изменениями параметров среды, состоянием микробиоты и здоровьем растений в гидропонной системе. Анализировать влияние факторов среды на микробиологические процессы в гидропонных системах

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	управление условиями выращивания.		
7. Микроорганизмы в инженерных биологических системах	<ul style="list-style-type: none"> • Применение микроорганизмов в гидропонных системах • Биопрепараты для стимуляции роста растений • Микроорганизмы для защиты растений от патогенов • Микробиологический контроль качества в ситифермерстве • Перспективы использования микроорганизмов в ситифермерстве • Задачи НТО, связанные с микроорганизмами 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Применение биопрепаратов в гидропонной системе" • Анализ кейса "Проблемы микробиологического загрязнения в ситифермерстве" • Групповая презентация "Инновационные применения микроорганизмов в инженерных биосистемах" 	<ul style="list-style-type: none"> • Анализировать возможности применения микроорганизмов в гидропонных системах • Подбирать биопрепараты для решения конкретных задач в ситифермерстве • Разрабатывать системы микробиологического контроля качества • Предлагать инновационные решения с использованием микроорганизмов

Методические рекомендации для преподавателей

Проектная деятельность

- Организуйте создание биофильтра как сквозной проект всего модуля
- Разделите участников на группы, каждая из которых разрабатывает свой вариант биофильтра
- Ведите документирование всех этапов проекта в лабораторном журнале
- Завершите модуль презентацией и сравнительным анализом эффективности разработанных биофильтров

Работа с микроорганизмами

- Соблюдайте правила безопасности при работе с микроорганизмами
- Используйте готовые биопрепараты, доступные в магазинах для садоводов, например:

«Микориза» — содержит микоризные грибы, которые улучшают всасывание воды и питательных веществ.

«Триходермин» — препарат на основе грибов рода *Trichoderma*, подавляет патогены и стимулирует рост корней.

«Азотофит» — содержит азотфикссирующие бактерии, улучшает азотное питание растений.

«Фитоспорин» — бактериальный препарат для биологической защиты растений от грибковых и бактериальных болезней.

- Демонстрируйте применение микроскопов для изучения микроорганизмов

Организация практических работ

- Использовать контрольную группу растений без обработки для сравнения.
- Проводить опыты в одинаковых условиях (свет, температура, полив).
- Фиксировать результаты в лабораторном журнале с фотографиями и описаниями.

Параметры для контроля в опытах с биопрепаратами

Параметр	Описание и методика измерения	Значение для оценки эффективности биопрепарата
Визуальное состояние растений	Оценка внешнего вида: цвет листьев, наличие пятен, увядание, рост	Позволяет определить общее здоровье и наличие симптомов болезней
Морфометрические параметры	Длина растения, масса сухая и свежая растений, площадь листьев	Позволяют оценить, насколько эффективно растение усваивает питательные вещества и адаптируется к условиям среды.
Всходесть семян и рост всходов	Подсчёт процента прорастания и измерение длины корешков и побегов	Указывает на влияние биопрепарата на стимуляцию прорастания и ранний рост
Пораженность корней и стеблей	Визуальный осмотр и фотографирование корневой системы и основания стебля	Позволяет выявить снижение корневых гнилей и других заболеваний
Сравнение с контролем	Параллельное выращивание растений без обработки биопрепаратором	Позволяет объективно оценить эффективность препарата
Влажность и состояние субстрата	Оценка влажности и запаха субстрата (отсутствие гнили и запаха плесени)	Косвенно отражает подавление патогенов в субстрате
Временные наблюдения	Регулярные наблюдения (например, каждые 3-5 дней) с фиксацией изменений	Позволяет проследить динамику развития заболевания и влияние препарата

Межпредметные связи

- Связывайте микробиологию с химией (биохимические процессы, круговорот веществ)

- Показывайте связь с ботаникой (взаимодействие микроорганизмов с растениями)

- Интегрируйте знания о клетке (сравнение прокариотической и эукариотической клетки)

Поддержка мотивации

- Проводите соревнования между группами по созданию наиболее эффективных биофильтров

- Демонстрируйте реальные примеры применения микроорганизмов в современных биотехнологиях

- Показывайте задания НТО прошлых лет, связанные с микробиологией

- Организуйте экскурсию в лабораторию микробиологии или на предприятие, использующее биотехнологии

Методическая карта модуля "Проектирование и экономика ситиферм" (14 часов, 7 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения - Проектировать экономически эффективные гидропонные системы на основе анализа затрат, урожайности и рыночной стоимости продукции.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Основы ситифермерства и современные технологии	<ul style="list-style-type: none"> Ситифермерство: определение, история, современное состояние Типы ситиферм и их классификация Преимущества и ограничения ситифермерства Передовые технологии в ситифермерстве Обзор существующих коммерческих решений Основные элементы ситифермы 	<ul style="list-style-type: none"> Составление сравнительной таблицы "Типы ситиферм" Анализ кейсов успешных ситиферм в России и мире Мини-викторина "Технологии ситифермерства" 	<ul style="list-style-type: none"> Описывать основные типы ситиферм и их характеристики Анализировать преимущества и ограничения ситифермерства Оценивать перспективы развития ситифермерства
2. Типы гидропонных и аэропонных систем	<ul style="list-style-type: none"> Классификация гидропонных систем Системы периодического затопления Капельные системы Питательный слой (NFT) Аэропонные системы Преимущества и недостатки различных систем Выбор системы в зависимости от задач и условий 	<ul style="list-style-type: none"> Практическая работа "Анализ различных типов гидропонных систем" Составление сравнительной таблицы преимуществ и недостатков различных систем Обоснованный выбор типа системы для заданных условий 	<ul style="list-style-type: none"> Классифицировать различные типы гидропонных и аэропонных систем Анализировать преимущества и недостатки каждого типа систем Выбирать оптимальный тип системы для конкретных условий и задач
3. Основные компоненты гидропонных систем	<ul style="list-style-type: none"> Конструктивные элементы гидропонных систем Резервуары для питательного раствора Системы циркуляции и аэрации Субстраты и их характеристики Системы освещения Системы мониторинга и 	<ul style="list-style-type: none"> Практическая работа "Составление спецификации компонентов гидропонной системы" Анализ характеристик различных субстратов Составление списка необходимого оборудования с указанием функций 	<ul style="list-style-type: none"> Составлять спецификацию компонентов гидропонной системы Выбирать оптимальные субстраты для различных культур Обосновывать выбор систем освещения и мониторинга

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	контроля <ul style="list-style-type: none"> • Расходные материалы 		
4. Проектирование гидропонных систем	<ul style="list-style-type: none"> • Этапы проектирования гидропонной системы • Определение целей и требований • Расчет производительности и размеров • Выбор материалов и компонентов • Составление схемы и чертежей • Оценка рисков и ограничений • Прототипирование и тестирование 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Разработка проекта гидропонной системы" • Составление схемы и спецификации компонентов • Презентация и обсуждение проектов 	<ul style="list-style-type: none"> • Проектировать гидропонные системы с учетом заданных требований • Составлять схемы и спецификации компонентов • Оценивать риски и ограничения проекта
5. Основы экономики ситифермерства	<ul style="list-style-type: none"> • Структура затрат в ситифермерстве • Капитальные и операционные расходы • Методы оценки экономической эффективности • Расчет себестоимости продукции • Оценка окупаемости инвестиций • Оптимизация затрат • Примеры экономических расчетов из заданий НТО 	<ul style="list-style-type: none"> • Решение задач на расчет себестоимости продукции • Практическая работа "Расчет окупаемости гидропонной установки" • Анализ кейса "Оптимизация затрат на ситиферме" 	<ul style="list-style-type: none"> • Рассчитывать капитальные и операционные затраты ситифермы • Определять себестоимость продукции • Оценивать окупаемость инвестиций • Предлагать меры по оптимизации затрат
6. Расчеты и оптимизация в ситифермерстве	<ul style="list-style-type: none"> • Расчет урожайности различных культур • Оптимизация использования площади • Расчет потребления ресурсов (вода, электроэнергия, питательные вещества) • Оптимизация условий выращивания • Планирование производственного цикла 	<ul style="list-style-type: none"> • Решение задач на расчет урожайности и эффективности использования площади • Практическая работа "Оптимизация производственного цикла" • Решение типовых задач НТО по экономике ситифермерства 	<ul style="list-style-type: none"> • Рассчитывать урожайность различных культур в гидропонных системах • Оптимизировать использование площади и ресурсов • Планировать производственный цикл • Решать типовые задачи НТО по экономике ситифермерства

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	• Решение типовых задач НТО по расчетам в ситифермерстве		
7. Бизнес-планирование в ситифермерстве	<ul style="list-style-type: none"> • Структура бизнес-плана ситифермы • Анализ рынка и конкурентов • Маркетинговая стратегия • Организационный план • Финансовый план • Оценка рисков • Презентация бизнес-плана 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Разработка элементов бизнес-плана ситифермы" • Презентация и защита бизнес-планов • Анализ и обсуждение бизнес-планов 	<ul style="list-style-type: none"> • Составлять основные разделы бизнес-плана ситифермы • Анализировать рынок и конкурентную среду • Разрабатывать финансовый план • Оценивать риски и предлагать меры по их минимизации

Методические рекомендации для преподавателей

Проектная деятельность

- Организуйте разработку комплексного проекта ситифермы на протяжении всего модуля
- Разделите участников на группы, каждая из которых разрабатывает свой проект
- Обеспечьте поэтапное развитие проекта от технического задания до бизнес-плана
- Проводите регулярные презентации промежуточных результатов
- Завершите модуль защитой проектов перед экспертной комиссией

Экономические расчеты

- Используйте упрощенные шаблоны для экономических расчетов
- Предоставляйте готовые формулы и алгоритмы расчетов
- Работайте с реальными ценами на компоненты и продукцию
- Показывайте взаимосвязь между техническими решениями и экономической эффективностью

Организация практических работ

- Предоставляйте каталоги оборудования и материалов с реальными ценами
- Используйте программы для создания схем и чертежей (можно простые онлайн-инструменты)
- Организуйте экскурсию на действующую ситиферму или онлайн-встречу с практикующими специалистами
- Подготовьте шаблоны для оформления проектной документации

Поддержка мотивации

- Проводите конкурс на лучший проект ситифермы
- Организуйте презентацию проектов перед внешними экспертами
- Показывайте примеры успешных молодежных стартапов в области ситифермерства

- Объясните перспективы применения разработанных проектов в реальной жизни

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 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: <code>setup()</code> и <code>loop()</code> Переменные и типы данных Операторы и выражения Условные конструкции (<code>if, else, switch</code>) Циклы (<code>for, while</code>) 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 Подключение кнопок и светодиодов Использование функций <code>digitalRead()</code> и 	<ul style="list-style-type: none"> Лабораторная работа "Управление светодиодом с помощью кнопки" Практическая работа "Измерение освещенности с помощью 	<ul style="list-style-type: none"> Подключать и программировать цифровые и аналоговые входы/выходы Считывать данные с датчиков Управлять

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<p>digitalWrite()</p> <ul style="list-style-type: none"> • Аналоговые входы и выходы • Использование функций analogRead() и analogWrite() • Работа с ШИМ (PWM) • Подключение потенциометров и фоторезисторов 	<p>Фоторезистора"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проект "Система автоматического освещения на основе датчика освещенности" • Тест на понимание цифровых и аналоговых входов/выходов 	<p>исполнительными устройствами</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать простые системы автоматического управления
4. Работа с датчиками для биосистем	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор датчиков для мониторинга параметров среды • Датчики температуры и влажности (DHT11/DHT22) • Датчики влажности почвы/субстрата • Датчики освещенности • Датчики уровня воды/раствора • Подключение и калибровка датчиков • Обработка данных с датчиков • Фильтрация и 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
5. Управление исполнительными устройствами	<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 	<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

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	безопасности при работе с силовыми устройствами		
6. Создание алгоритмов управления для биосистем	<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 • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Разработка проекта автоматизированной гидропонной системы • Создание принципиальной схемы и алгоритма работы 	<ul style="list-style-type: none"> • Проектировать автоматизированные биосистемы • Интегрировать различные компоненты в единую систему

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<p>системы</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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"> • Защита проекта перед группой • Обсуждение и анализ предложенных решений 	<ul style="list-style-type: none"> • Разрабатывать технические решения для конкретных задач • Оценивать эффективность разработанных систем
9. Реализация проекта автоматизированной гидропонной системы	<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 • Тестировать и отлаживать системы • Документировать и презентовать проекты • Анализировать результаты и предлагать пути совершенствования

Методические рекомендации для преподавателей

Проектная деятельность	<ul style="list-style-type: none"> • Организуйте сквозной проект "Автоматизированная гидропонная система" с поэтапной реализацией на протяжении всего модуля • Разделите учащихся на группы по 3-4 человека с распределением ролей (программист, инженер-электронщик, биолог, документалист) • Введите чек-листы для отслеживания прогресса проекта на каждом этапе • Предусмотрите промежуточные презентации результатов с обратной связью от других групп
------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • Введите 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
Интеграция с другими модулями	<ul style="list-style-type: none"> • Привлекайте знания из модуля "Физиология растений" для обоснования параметров среды, которые нужно контролировать • Используйте экономические расчеты из модуля "Проектирование и экономика ситиферм" для оценки эффективности автоматизации • Интегрируйте знания о биофильтрации из модуля "Микробиология" при проектировании систем контроля качества воды • Создавайте междисциплинарные задания, требующие комплексного применения знаний
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 "Основы молекулярной биологии для биотехнологий" (20 часов, 10 занятий по 2 ак.ч.)

Ключевой результат обучения: Анализировать молекулярно-биологические процессы для применения в биотехнологиях и инженерных биологических системах.

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
1. Введение в молекулярную биологию и биотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> • Предмет молекулярной биологии: изучение жизни на молекулярном уровне • История открытий в молекулярной биологии: от Менделея до структуры ДНК • Центральная догма молекулярной биологии: ДНК → РНК → белок • Связь молекулярной биологии с биотехнологиями • Примеры применения молекулярной биологии в сибиризме и агротехнологиях • Основные достижения современной биотехнологии 	<ul style="list-style-type: none"> • Составление ментальной карты "Связь молекулярной биологии с биотехнологиями" • Обсуждение в малых группах "Где мы встречаемся с молекулярной биологией в повседневной жизни?" • Мини-викторина "Открытия в молекулярной биологии" • Анализ инфографики "Центральная догма молекулярной биологии" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять предмет молекулярной биологии своими словами • Описывать центральную догму молекулярной биологии • Приводить примеры применения молекулярной биологии в биотехнологиях • Распознавать основные достижения молекулярной биологии
2. ДНК - молекула наследственности	<ul style="list-style-type: none"> • Строение ДНК (без глубокого погружения в химическую структуру) • Принцип комплементарности: А-Т, Г-Ц • Модель двойной спирали и ее значение • Хромосомы и геном • Гены как функциональные 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Моделирование структуры ДНК с помощью подручных материалов" • Упражнение на комплементарность: определение последовательности одной цепи ДНК по другой • Анализ моделей хромосом и определение их числа в разных организмах 	<ul style="list-style-type: none"> • Изображать схематично структуру ДНК • Применять принцип комплементарности при работе с последовательностями ДНК • Объяснять, что такое ген и геном

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<p>единицы наследственности</p> <ul style="list-style-type: none"> Различия между геномами растений, животных и микроорганизмов Значение структуры ДНК для биотехнологий 	<ul style="list-style-type: none"> Визуализация размеров геномов разных организмов 	
3. РНК и ее роль в экспрессии генов	<ul style="list-style-type: none"> Основные типы РНК: мРНК, тРНК, рРНК и их функции Отличия РНК от ДНК Процесс транскрипции: ДНК → РНК Созревание РНК (процессинг) - общее представление Роль РНК в синтезе белка Современные технологии на основе РНК (РНК-интерференция, мРНК-вакцины) РНК в инженерных биологических системах 	<ul style="list-style-type: none"> Создание моделей разных типов РНК Моделирование процесса транскрипции Решение задач на определение последовательности РНК по фрагменту ДНК 	<ul style="list-style-type: none"> Различать основные типы РНК и их функции Объяснять процесс транскрипции на базовом уровне Описывать роль РНК в биосинтезе белка Приводить примеры применения РНК-технологий в биотехнологиях
4. Синтез белка и его регуляция	<ul style="list-style-type: none"> Белки как основные рабочие молекулы клетки Строение белков (аминокислоты, пептидная связь) Процесс трансляции: РНК → белок Генетический код и его свойства Регуляция экспрессии генов: включение и выключение генов Биотехнологическое применение белков Инженерия белков для сельского хозяйства 	<ul style="list-style-type: none"> Моделирование процесса трансляции с использованием таблицы генетического кода Игра "Синтез белка", где участники играют роли разных молекул Решение задач на определение аминокислотной последовательности по фрагменту ДНК Анализ кейса "Модификация белков в сельскохозяйственных культурах" 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять процесс синтеза белка Использовать таблицу генетического кода Описывать основные принципы регуляции экспрессии генов Анализировать значение белковой инженерии для биотехнологий

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
5. Основы генетической инженерии	<ul style="list-style-type: none"> • генетическая инженерия и ее основные методы • Ферменты рестрикции и лигазы: молекулярные ножницы и клей • Плазмиды как векторы для переноса генов • Трансформация клеток • Создание трансгенных организмов • Значение генетической инженерии для биотехнологий • Биоэтические аспекты генетической инженерии 	<ul style="list-style-type: none"> • Практическая работа "Моделирование процесса клонирования гена" • Анализ схем создания трансгенных растений • Дискуссия "Преимущества и риски генетически модифицированных организмов" • Решение кейса "Создание растения с улучшенными свойствами" 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять основные методы генетической инженерии • Описывать процесс клонирования гена • Анализировать возможности и ограничения генетической инженерии • Формулировать этически обоснованное мнение о ГМО
6. Методы исследования ДНК: выделение и амплификация	<ul style="list-style-type: none"> • Основные подходы к выделению ДНК • Методы выделения ДНК из биологического материала • Очистка и концентрирование ДНК • Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип метода • Компоненты ПЦР и их функции • Этапы ПЦР-реакции • Применение ПЦР в биотехнологии и диагностике 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторная работа "Выделение ДНК из растительного материала" • Просмотр видеодемонстрации ПЦР с пояснениями • Составление схемы "Цикл ПЦР-реакции" 	<ul style="list-style-type: none"> • Выделять ДНК из биологического материала • Описывать принцип и этапы ПЦР • Объяснять значение различных компонентов ПЦР-смеси • Оценивать применимость ПЦР для решения различных задач
7. Методы исследования ДНК: электрофорез	<ul style="list-style-type: none"> • Принцип метода электрофореза • Гель-электрофорез ДНК: оборудование и материалы • Визуализация результатов электрофореза 	<ul style="list-style-type: none"> • Демонстрация работы с оборудованием для электрофореза • Интерпретация готовых результатов электрофореза ДНК • Практическая работа 	<ul style="list-style-type: none"> • Объяснять принцип метода электрофореза • Интерпретировать результаты электрофореза ДНК

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<ul style="list-style-type: none"> Интерпретация электрофореграмм 	"Анализ результатов электрофореза при диагностике болезней растений"	
8. Методы исследования ДНК: секвенирование и биоинформатика	<ul style="list-style-type: none"> Секвенирование ДНК: определение последовательности нуклеотидов Методы секвенирования: от Сенгера до NGS Применение секвенирования в биотехнологиях Методы анализа генетической информации ДНК-диагностика в сельском хозяйстве 	<ul style="list-style-type: none"> Анализ готовых результатов секвенирования ДНК Кейс-анализ "Выявление генетических особенностей сортов сельскохозяйственных культур" 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять принципы секвенирования ДНК Интерпретировать результаты генетического анализа характеризовать возможности применения методов ДНК-анализа в агротехнологиях
9. Биотехнологии растений: культура клеток и тканей	<ul style="list-style-type: none"> Клеточные технологии в биотехнологии растений Тотипотентность растительной клетки Микроклональное размножение: технология и преимущества Особенности культивирования растительных тканей <i>in vitro</i> Соматическая гибридизация Методы получения растений, свободных от патогенов Сохранение генетических ресурсов растений 	<ul style="list-style-type: none"> Практическая работа "Знакомство с техникой микроклонального размножения растений" (демонстрационная) Анализ видеоматериалов о культуре растительных тканей Составление схемы "Этапы микроклонального размножения растений" Сравнительный анализ традиционных и биотехнологических методов размножения растений 	<ul style="list-style-type: none"> Объяснять принципы микроклонального размножения растений Описывать основные этапы культивирования растительных тканей <i>in vitro</i> Сравнивать различные методы биотехнологии растений Анализировать преимущества биотехнологических методов в размножении растений
10. Биотехнологии растений: генетическая модификация и селекция	<ul style="list-style-type: none"> Маркер-вспомогательная селекция растений Трансгенные растения с улучшенными свойствами Геномное 	<ul style="list-style-type: none"> Анализ кейсов успешного применения биотехнологий в растениеводстве Создание схемы "Этапы создания улучшенного сорта с 	<ul style="list-style-type: none"> Описывать современные методы улучшения сельскохозяйственных растений Объяснять принципы геномного редактирования

Тема занятия	Содержание	Формирующие оценочные мероприятия	Результат обучения
	<p>редактирование растений (CRISPR/Cas9)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Применение биотехнологий растений в селекции • Перспективы развития биотехнологии растений 	<p>применением биотехнологий"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Дискуссия "Будущее селекции: роль биотехнологий" • Решение типовых задач НТО по молекулярной биологии 	<p>растений</p> <ul style="list-style-type: none"> • Анализировать возможности применения биотехнологий в селекции

Методические рекомендации для преподавателей по модулю "Основы молекулярной биологии для биотехнологий"

1. Общие рекомендации по организации занятий

1. Структура занятия:

- Начинайте каждое занятие с краткого повторения предыдущего материала и связи его с новой темой (5-7 минут)
- Разделите занятие на теоретическую часть (30-35 минут) и практическую часть (45-50 минут)
- Завершайте занятие рефлексией, где учащиеся сами формулируют основные выводы и связывают их с задачами биотехнологий и селекции

2. Связь традиционных молекулярно-биологических понятий с инженерными биологическими системами

Традиционное понятие	Связь с инженерными биологическими системами
ДНК и гены	<ul style="list-style-type: none"> • Объясните, что гены определяют свойства растений, выращиваемых в селекциях • Покажите, как изменение генов может влиять на продуктивность, питательную ценность, устойчивость к болезням • Используйте понятие генетического разнообразия для объяснения выбора сортов растений для выращивания
Транскрипция и трансляция	<ul style="list-style-type: none"> • Объясните, как экспрессия генов влияет на рост и развитие растений • Покажите связь между условиями выращивания и активностью определенных генов • Обсудите, как управление экспрессией генов может использоваться для повышения качества продукции
Мутации	<ul style="list-style-type: none"> • Объясните, как мутации могут влиять на свойства растений • Покажите, как мутации используются в селекции для получения новых сортов • Обсудите, как методы генной инженерии позволяют получать направленные мутации
Молекулярно-биологические методы	<ul style="list-style-type: none"> • Объясните, как ПЦР используется для выявления патогенов растений • Покажите, как секвенирование ДНК помогает в идентификации сортов растений

Традиционное понятие	Связь с инженерными биологическими системами
	<ul style="list-style-type: none"> • Обсудите, как методы генной инженерии используются для создания растений с улучшенными свойствами

4. Рекомендации по проведению занятия по транскрипции и трансляции

1. Практические примеры для биотехнологий:

- Приведите примеры, как скорость транскрипции и трансляции влияет на накопление биомассы и полезных веществ в растениях
- Обсудите, как условия выращивания (свет, температура, состав питательного раствора) могут влиять на экспрессию генов
- Рассмотрите, как знание механизмов регуляции транскрипции и трансляции помогает в создании биотехнологических продуктов
- Объясните роль разных типов РНК в клетке и их значение для биотехнологий
- Покажите, как можно использовать РНК-интерференцию для защиты растений от вирусных заболеваний

2. Практическая работа

- Организуйте работу по моделированию процессов транскрипции и трансляции с использованием цветных карточек
- Проведите упражнения по расшифровке генетического кода с использованием таблицы кодонов
- Предложите учащимся определить аминокислотную последовательность белка по заданной последовательности мРНК
- Проанализируйте влияние точечных мутаций на структуру итогового белка

7. Практические рекомендации по работе с оборудованием

1. Работа с электрофоретическим оборудованием:

- Если в школе есть электрофоретическая камера, проведите демонстрационный опыт по разделению ДНК
- При отсутствии оборудования используйте видеоматериалы и симуляции
- Объясните принцип электрофореза и его применение в молекулярной биологии

2. Выделение ДНК

Лабораторная работа "Выделение ДНК из растительного материала"

Оборудование и материалы:

- Свежие ягоды клубники или спелые бананы
- Моющее средство (жидкое мыло или средство для мытья посуды без красителей)
- Поваренная соль (NaCl)
- Спирт этиловый 96% (охлажденный в морозильной камере)
- Фильтр для кофе или марля
- Прозрачные стаканчики или пробирки
- Водяная баня или емкость с теплой водой (50-60°C)

- Мерные ложки
- Блендер или ступка с пестиком
- Воронка
- Деревянная шпажка или стеклянная палочка
- Линейка
- Лабораторный журнал

Методика:

1. Подготовка растительного материала
 - Отмерьте 1-2 ягоды клубники или половину банана (примерно 30-50 г)
 - Измельчите растительный материал в блендере или разомните в ступке до получения однородной массы
 - Переложите растительную массу в прозрачный стаканчик
2. Приготовление экстракционного раствора
 - В отдельной емкости смешайте 100 мл теплой воды, 10 мл моющего средства и 1 чайную ложку соли
 - Размешайте раствор до полного растворения соли
3. Экстракция ДНК
 - Добавьте к измельченному растительному материалу 20 мл экстракционного раствора
 - Аккуратно перемешивайте содержимое стаканчика в течение 5-10 минут
 - Поместите стаканчик в водяную баню (50-60°C) на 10-15 минут, периодически помешивая
4. Фильтрация
 - Установите воронку с кофейным фильтром или сложенной в несколько слоев марлей в чистый стаканчик
 - Перелейте содержимое первого стаканчика через фильтр
 - Дождитесь, пока вся жидкость пройдет через фильтр (около 5-10 минут)
5. Осаждение ДНК
 - Наклоните стаканчик с фильтратом и медленно, по стенке, добавьте равный объем охлажденного этилового спирта, чтобы он образовал верхний слой
 - Не перемешивайте жидкости! Наблюдайте образование белесого осадка на границе между слоями - это и есть ДНК
 - Для извлечения ДНК аккуратно погрузите деревянную шпажку в место скопления белесых нитей и медленно вращайте, наматывая нити ДНК
6. Анализ результатов
 - Взвесьте полученную ДНК
 - Опишите внешний вид выделенной ДНК (цвет, консистенция)

- Сравните эффективность выделения ДНК из разных растительных материалов (если работа проводилась с разными образцами)
 - Зарисуйте или сфотографируйте полученный результат
7. Заполнение лабораторного журнала
- Запишите все этапы эксперимента и наблюдения
 - Отметьте условия проведения опыта: температуру, время, количество используемых материалов
 - Сформулируйте выводы о процессе выделения ДНК из растительных клеток

Вопросы для обсуждения:

1. Какую роль играет каждый компонент экстракционного раствора?
 - Моющее средство разрушает клеточные мембранны
 - Соль помогает нейтрализовать отрицательный заряд ДНК и способствует ее агрегации
 - Тepлая вода ускоряет химические реакции и активирует ферменты
2. Почему спирт должен быть охлажденным?
 - Холодный спирт лучше осаждает ДНК и предотвращает ее денатурацию
3. Почему ДНК становится видимой при добавлении спирта?
 - ДНК нерастворима в спирте, что приводит к ее агрегации и выпадению в осадок
4. Чем может отличаться ДНК, выделенная из разных растительных материалов?
 - Количество выделенной ДНК может варьировать в зависимости от содержания клеток в исходном материале
 - Степень чистоты ДНК может различаться из-за разного содержания пигментов и других веществ

Ожидаемые результаты:

- На границе водного и спиртового слоев должны появиться белесые нити или клубки ДНК
- При намотке на шпажку ДНК должна выглядеть как прозрачная или слегка мутноватая субстанция
- Из клубники обычно удается выделить больше ДНК, чем из банана, благодаря меньшему содержанию полисахаридов и пигментов

Методическая карта модуля "Практикум по решению заданий НТО" (16 часов)

Цель модуля - отработка практических навыков решения олимпиадных заданий и выполнение командных проектов.

Общая логика распределения модуля по полугодию:

- Первая часть (8 часов) реализуется в начале 2-го полугодия (январь-февраль) и фокусируется на решении заданий 2-го отборочного (инженерного) тура и моделировании заданий финала НТО
- Вторая часть (8 часов) реализуется в конце 2-го полугодия (апрель-май) после завершения всех модулей программы и фокусируется на командной проектной работе, презентации и защите проектов

Распределение часов и тематическое планирование

№ занятия	Месяц	Тема занятия	Содержание	Формы работы
1	Январь	Анализ структуры и особенностей заданий 2-го отборочного тура НТО	<ul style="list-style-type: none">Обзор типов заданий инженерного тураАнализ заданий прошлых летТребования к оформлению ответовКритерии оценивания	<ul style="list-style-type: none">Обсуждение заданий прошлых летГрупповой анализ типовых ошибокРазбор стратегий решения
2	Январь	Практикум по решению задач по биотехнологии и ситифермерству	<ul style="list-style-type: none">Решение задач по составлению питательных растворовРасчет параметров гидропонных системАнализ экономической эффективности ситиферм	<ul style="list-style-type: none">Индивидуальное решение задачГрупповое обсуждение решенийВзаимопроверка
3	Февраль	Практикум по решению задач по биохимии	<ul style="list-style-type: none">Решение задач по анализу состава растительной продукцииБиохимические аспекты ситифермерства	<ul style="list-style-type: none">Индивидуальное решение задачРабота в парахРазбор сложных случаев
4	Февраль	Моделирование командных заданий финала НТО	<ul style="list-style-type: none">Знакомство с форматом командных заданийРаспределение ролей в командеОтработка навыков командного взаимодействия	<ul style="list-style-type: none">Формирование командРешение модельных задач в командахОбсуждение стратегий взаимодействия
5	Апрель	Запуск проектной работы. Выбор тематики и формирование команд	<ul style="list-style-type: none">Представление возможных тем проектовФормирование проектных командОпределение целей и	<ul style="list-style-type: none">Мозговой штурм по выбору темОбсуждение в малых группахКонсультации с наставником

№ занятия	Месяц	Тема занятия	Содержание	Формы работы
			задач проектов • Составление плана работы	
6	Апрель	Консультация по проектам. Работа с источниками и методиками	• Обзор информационных ресурсов • Методики проведения исследований • Обсуждение экспериментальной части • Рекомендации по сбору данных	• Работа в проектных командах • Поиск и анализ информации • Консультации с наставником
7	Май	Обработка результатов. Подготовка презентаций	• Анализ и обработка полученных данных • Формулирование выводов • Структура и содержание презентации • Правила эффективной визуализации	• Работа в проектных командах • Анализ результатов • Создание презентаций
8	Май	Презентация и защита проектов	• Представление проектных работ • Ответы на вопросы • Экспертная оценка • Рефлексия и подведение итогов	• Публичные выступления • Групповая дискуссия • Экспертная оценка • Рефлексия

Методические рекомендации по проведению занятий

1. Общие рекомендации по организации практикума

- Распределение занятий модуля должно быть скорректировано с учетом актуальных сроков проведения этапов НТО текущего года
- Первая часть модуля (январь-февраль) должна быть проведена после объявления результатов 1-го отборочного тура на НТО до начала второго отборочного (инженерного) тура. Проводится для всех участников кружка с целью организации их будущего участия в НТО.
- Вторая часть модуля (апрель-май) должна быть проведена после завершения всех предметных модулей программы в период подготовки к заключительному этапу (для прошедших) в качестве итоговой проектной работы (для всех участников) и подготовки к выступлению на конференции кружков региона

2. Рекомендации по решению заданий 2-го отборочного тура

- Заранее подготовьте подборку заданий инженерного тура прошлых лет, рассортировав их по тематическим блокам

- Систематизируйте возможные ошибки, допускаемые участниками, обсудите их
- Обучите учащихся пошаговому анализу задачи: выявление ключевых данных, определение метода решения, выполнение расчетов, проверка результата
- Проводите тренировки в условиях ограниченного времени, обучая эффективному распределению временного ресурса

3. Рекомендации по моделированию заданий финала НТО

- Ознакомьте учащихся с форматами заданий финала прошлых лет, объясните их специфику
- Уделите особое внимание отработке навыков эффективной командной работы, распределению ролей и зон ответственности
- После каждого модельного задания проводите детальный разбор процесса решения, выявляйте сильные и слабые стороны команды

4. Рекомендации по организации проектной работы

- Предложите разнообразные темы проектов, связанные с инженерными биологическими системами, но дайте командам возможность предложить и свои темы
- Следите за тем, чтобы проекты были реалистичны с точки зрения имеющихся ресурсов и времени

5. Рекомендации по подготовке к презентации и защите проектов

- Предоставьте шаблон презентации с рекомендуемой структурой (цель, задачи, методы, результаты, выводы)
- Обучите эффективным способам визуализации данных (графики, диаграммы, схемы)
- Организуйте предварительные тренировочные выступления с обратной связью
- Проведите тренинг по ответам на вопросы, смоделируйте возможные вопросы жюри на конференции

Критерии оценивания командной работы

1. Эффективность взаимодействия (распределение ролей, координация действий)
2. Продуктивность (качество и количество предложенных идей и решений)
3. Скорость работы (способность решать задачи в ограниченное время)
4. Коммуникация (ясность и эффективность коммуникации между членами команды)

Критерии оценивания проектов

1. Соответствие теме (актуальность, целеполагание, соответствие задачам)
2. Научная/инженерная ценность (новизна подхода, практическая значимость)
3. Методология (обоснованность выбора методов, корректность их применения)
4. Результаты (достоверность, анализ, интерпретация)

5. Выводы (обоснованность, соответствие поставленным целям)
6. Оформление и презентация (структура, наглядность, лаконичность)
7. Ответы на вопросы (полнота, аргументированность, владение материалом)