

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Мастепаненко Максим Алексеевич

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

ФТД.05 Сити-фермерство

35.03.06 Агроинженерия

Автоматизация и роботизация технологических процессов

бакалавр

очная

1. Цель дисциплины

Целями освоения дисциплины «Сити-фермерство» являются формирование у студента знаний и практических навыков: использования технических средств управления автоматикой и системами автоматизации технологических процессов в урбанизированном агропроизводстве; изучения и использования научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследований устройств автоматизации и автоматизированных систем управления в урбанизированном агропроизводстве; участия в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин с применением электрооборудования и электротехнологий в сельском хозяйстве и в урбанизированном агропроизводстве.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3 Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПК-3.1 Демонстрирует знания основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования	знает Требования законодательства Российской Федерации и нормативных правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к составу и содержанию комплекта конструкторской документации простых узлов и блоков на стадиях эскизного, технического и рабочего проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами умеет - Применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, требования частного технического задания на разработку простых узлов, блоков автоматизированных систем управления технологическими процессами для определения полноты данных для их разработки на различных стадиях проектирования владеет навыками - Анализ частного технического задания на разработку простых узлов, блоков автоматизированных систем управления технологическими процессами

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сити-фермерство» является дисциплиной факультативной части программы. Изучение дисциплины осуществляется в 4семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Сити-фермерство» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Алгоритмы и структуры данных

Освещение

Основы производства продукции растениеводства

1.	1 раздел. Раздел 1: Агробиологические основы выращивания в контролируемой среде									
1.1.	Фотосинтез, фенология и основы управления агроклиматом.	4	6	2	4		6			ПК-3.1
1.2.	Питание растений, стресс, защита и автоматизированная диагностика.	4	2	2			4			ПК-3.1
2.	2 раздел. Раздел 2: Технологии выращивания и проектирование основных систем									
2.1.	Основные технологии выращивания продукции аквабиоресурсов на основе прогрессивных методов.	4	6	2	4		4			ПК-3.1
2.2.	Основы проектирования климатических систем.	4	10	2	8		4			ПК-3.1
2.3.	Фитотехническое искусственное облучение.	4	2	2			2	КТ 1	Тест	ПК-3.1
3.	3 раздел. Раздел 3: Основы автоматизации, роботизации, монтаж и эксплуатация систем выращивания прогрессивными методами.									
3.1.	Построение системы автоматизации и основы электрооборудования объектов сити-фермерства.	4	4	2	2		6			ПК-3.1
3.2.	Системы автоматического полива, водоотведения и дренажа.	4	2	2			6	КТ 2	Кейс-задача	ПК-3.1
4.	4 раздел. Раздел 4: Интеграция, управление, экономика и нормативное обеспечение в сити- фермерстве.									
4.1.	Безопасность, экология и правовые основы деятельности сити- фермерства.	4	2	2			2			ПК-3.1
4.2.	Технико-экономическое обоснование (тэо) проекта сити фермы.	4	2	2			2			ПК-3.1
	Промежуточная аттестация	За								
	Итого		72	18	18		36			
	Итого		72	18	18		36			

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Фотосинтез, фенология и основы управления агроклиматом.	Лекция №1. Фотосинтез, фенология и основы управления агроклиматом. Вопросы рассматриваемые на занятии: 1. Фенологические фазы развития растений:	2/-

	<p>алгоритм жизненного цикла как основа для технологического регламента.</p> <p>2. Фотосинтез как технологический процесс: архитектура, лимитирующие факторы и расчёт эффективности.</p> <p>3. Расширенные параметры микроклимата: физические основы и инженерные интерфейсы управления.</p> <p>4. Стресс растений в искусственных условиях: диагностика, прогноз и управление рисками.</p>	
<p>Питание растений, стресс, защита и автоматизированная диагностика.</p>	<p>Лекция 2. Питание растений, стресс, защита и автоматизированная диагностика.</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии:</p> <p>1. Правила, нормы и фундаментальные химические константы: pH, EC, DO.</p> <p>2. Питательные элементы и субстраты: от периодической таблицы до инженерной матрицы.</p> <p>3. Составление и утилизация питательных растворов: химическая логистика замкнутого цикла.</p> <p>4. Болезни и вредители: когда абиотический стресс открывает двери для биотического вторжения.</p> <p>5. Интегрированная защита растений (IPM) и автоматизированная диагностика.</p>	2/-
<p>Основные технологии выращивания продукции аквабиоресурсов на основе прогрессивных методов.</p>	<p>Лекция 3. Технологии и установки: от гидропоники до аквапоники.</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии:</p> <p>1. Гидропонная ферма: сущность, классификация и коммерческая логика.</p> <p>2. Глубокое сравнение гидропонных и аэропонных систем: инженерно-физиологический анализ.</p> <p>3. Технологическая карта выращивания: алгоритмизация производственного цикла.</p> <p>4. Технология аквапоники: симбиоз как инженерная система.</p> <p>5. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) для рыбы.</p>	2/2
<p>Основы проектирования климатических систем.</p>	<p>Лекция №4. Тема: "Инженерия биотехнологического процесса выращивания: вентиляция, водоподготовка, освещение".</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии:</p> <p>1. Вентиляционная система: устройство, комплектующие и расчет воздухообмена.</p> <p>2. Гидравлический контур: растворный узел и системы полива.</p> <p>3. Технологические режимы работы электрооборудования.</p>	2/-
<p>Фитотехническое искусственное облучение.</p>	<p>Лекция 5. Фототехнологии: фитоосвещение, светокультура и фотоморфогенез.</p> <p>Вопросы для изучения на занятии:</p> <p>1. Фотоморфогенез: как свет формирует растение.</p>	2/2

	<p>2. Светокультура как технология: от интуиции к точному расчёту.</p> <p>3. Современные фитоосветительные приборы: от ламп к световым рецептам.</p>	
<p>Построение системы автоматизации и основы электромонтажа объектов сити-фермерства.</p>	<p>Лекция 6. Электромонтаж и основы построения АСУ ТП на сити-ферме.</p> <p>Вопросы для рассмотрения на занятии:</p> <p>1. Планировка и монтаж электрооборудования. Требования ПУЭ.</p> <p>2. Устройство электрощита управления. Подключение силового и слаботочного оборудования.</p> <p>3. Архитектура асу тп: от датчика до исполнительного механизма.</p> <p>4. Системный подход к электромонтажу и автоматизации.</p>	2/-
<p>Системы автоматического полива, водоотведения и дренажа.</p>	<p>Лекция 7. Основы расчёта и монтажа системы автоматического полива.</p> <p>Вопросы для рассмотрения на занятии:</p> <p>1. Насосное оборудование: сердце гидравлического контура.</p> <p>2. Циклы подачи/слива: алгоритмизация гидравлических процессов.</p> <p>3. Монтажный блок: от проекта к реальной системе.</p> <p>4. Культура проектирования и монтажа гидравлической ситемы.</p>	2/-
<p>Безопасность, экология и правовые основы деятельности сити-фермерства.</p>	<p>Лекция 8. Безопасность, экология и правовые основы деятельности в сити-фермерстве.</p> <p>Вопросы раскрываемые на занятии.</p> <p>1. Охрана труда и техника безопасности в детельскости сити-фермерства.</p> <p>2. Экологические нормы: ответственность перед будущим.</p> <p>3. Правовые формы деятельности: от хобби к бизнесу.</p> <p>4. Комплаенс как часть инженерной культуры.</p>	2/-
<p>Технико-экономическое обоснование (тэо) проекта сити фермы.</p>	<p>Лекция №9. Технико-экономическое обоснование (тэо) проекта сити фермы.</p> <p>Вопросы раскрываемые на занятии.</p> <p>1. CAPEX (Capital Expenditures) — капитальные затраты; OPEX (Operational Expenditures) — операционные затраты; Расчёт себестоимости продукции; Точка безубыточности и срок окупаемости.</p> <p>2. Анализ энергопотребления и пути оптимизации.</p> <p>3. Сити-ферма как часть «умного города».</p> <p>4. Трёхмерная оптимизация — техника, экономика, экология.</p>	2/-
Итого		18

5.2.1. Семинарские (практические) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Фотосинтез, фенология и основы управления агроклиматом.	<p>Практическая работа №1. «Проектирование и инженерный расчет параметров среды в многоярусной гидропонной установке (вертикальной ферме)»</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии:</p> <p>1. Теоретическая. Изучить фундаментальные понятия светокультуры: Фотосинтетический фотонный поток (PPF — Photosynthetic Photon Flux), Фотосинтетическая фотонная освещенность (PPFD — Photosynthetic Photon Flux Density), DLI. Понять разницу между люксами (освещенность для человека) и микромолями (количество фотонов для растения).</p> <p>2. Расчетная. Научиться выполнять переход от биологических потребностей культуры (потребность в DLI, моль/м²/сут) к инженерным параметрам оборудования (необходимый световой поток светильника, Вт/м², его спектральные характеристики) и обратно. Произвести теплотехнический расчет тепловыделения от осветительного оборудования.</p> <p>3. Практико-ориентированная. Получить навыки работы с реальными измерительными приборами (люксметр/квантометр) и микроконтроллером Arduino для мониторинга параметров среды. Разработать техническое задание на осветительную систему для проектируемой фермы.</p>	Пр	4/-/-
Основные технологии выращивания продукции аквабиоресурсов на основе прогрессивных методов.	<p>Практическое занятие №2. Тема: «Сравнительный анализ гидропонных технологий и проектирование установки для выращивания салата методом NFT».</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии.</p> <p>1. Теоретическая: Изучить и систематизировать знания о различных гидропонных технологиях (DWC, NFT, капельный полив, аэропоника), их преимуществах, недостатках и областях применения. Углубленно изучить физические принципы работы NFT:</p>	Пр	4/2/-

	<p>гидравлику потока в открытом канале, массообмен в корневой зоне, требования к оксигенации.</p> <p>2. Расчетная: Освоить методику гидравлического расчёта NFT-системы: определение оптимального уклона каналов, скорости потока, расхода раствора, подбор насосного оборудования по производительности и напору, расчёт объёма буферного бака.</p> <p>3. Практико-ориентированная: Получить навыки проектирования реальной установки, включая выбор материалов (каналы, трубы, фитинги). Разработать и запрограммировать систему мониторинга ключевых параметров NFT (расход, уровень, температура) с использованием Arduino и датчиков. Научиться интерпретировать полученные данные для диагностики работы системы.</p>		
<p>Основы проектирования климатических систем.</p>	<p>Практическое занятие №3. Тема: «Управление питательным режимом: расчет и автоматическая коррекция рН/ЕС питательного раствора с использованием микроконтроллера Arduino».</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии.</p> <p>1. Теоретическая: Закрепить понимание физико-химических процессов, определяющих доступность питательных элементов (диаграмма Трюога-Мейера). Усвоить принципы коррекции рН с помощью кислот и щелочей, а также методы поддержания заданной концентрации солей (ЕС) . Изучить понятие «буферности» раствора и факторы, влияющие на стабильность рН.</p> <p>2. Расчетная: Освоить методику расчета необходимого количества корректирующих реагентов (кислоты/щелочи) и маточных растворов (концентратов А и Б) для системы заданного объема. Научиться подбирать производительность дозирующих насосов исходя из времени коррекции.</p> <p>3. Практико-ориентированная: Получить навыки подключения и калибровки аналоговых датчиков рН и ЕС/TDS к микроконтроллеру Arduino. Разработать алгоритм и написать программный код для автоматической поддержки заданных параметров раствора. Реализовать простое релейное управление исполнительными механизмами (перистальтическими насосами).</p>	<p>Пр</p>	<p>4/-/-</p>
<p>Основы</p>	<p>Практическое занятие №4. Тема: «Расчет и</p>	<p>Пр</p>	<p>4/-/-</p>

<p>проектирования климатических систем.</p>	<p>подбор системы вентиляции и кондиционирования для обеспечения заданных параметров микроклимата в помещении сити-фермы».</p> <p>Вопросы рассматриваемые на занятии.</p> <p>1. Теоретическая: Систематизировать знания о параметрах микроклимата (температура, влажность, CO₂) и их влиянии на производственный процесс. Усвоить физические основы тепло- и массообмена в помещении фермы. Изучить структуру уравнения теплового баланса и методику определения основных составляющих теплоступлений (от светильников, оборудования, растений) и влаговыделений (транспирация) .</p> <p>2. Расчетная: Освоить методологию расчёта требуемого воздухообмена по трём независимым факторам: ассимиляция избыточного тепла, удаление избыточной влаги и поддержание концентрации CO₂. Научиться определять доминирующий фактор и выбирать расчётное значение производительности вентиляции.</p> <p>Выполнить подбор принципиальной схемы обработки воздуха для различных сезонных условий.</p> <p>3. Практико-ориентированная: Получить навыки работы с датчиками температуры, влажности и CO₂, их подключения к микроконтроллеру Arduino. Разработать алгоритм и написать программный код для автоматического управления вентиляцией на основе измеренных параметров. Научиться рассчитывать VPD в реальном времени и использовать его как управляющий параметр.</p>		
<p>Построение системы автоматизации и основы электромонтажа объектов сити-фермерства.</p>	<p>Практическое занятие №5. Тема: «Разработка электрощита управления и программирование контроллера Arduino для автоматизации технологических процессов сити-фермы».</p> <p>1.Теоретическая: Изучить структуру и состав типового электрощита управления (ШУ) для сити-фермы. Усвоить требования нормативных документов (ПУЭ, ГОСТы) к размещению оборудования, выбору аппаратов защиты и сечений проводников .</p> <p>Понять принципы работы основных компонентов: автоматических выключателей, УЗО, контакторов, твердотельных реле, блоков питания.</p> <p>2. Расчетная: Освоить методику расчёта электрических нагрузок, выбора номиналов автоматических выключателей и устройств защитного отключения (УЗО) для</p>	<p>Пр</p>	<p>2/2/-</p>

	<p>групповых линий. Научиться рассчитывать необходимое сечение кабелей по допустимому току и потере напряжения .</p> <p>3. Практико-ориентированная: Получить навыки разработки принципиальной электрической схемы щита управления. Научиться программировать Arduino для интегрального управления всеми системами фермы (освещение, полив, вентиляция) на основе показаний датчиков и временных алгоритмов. Освоить базовые приёмы создания веб-интерфейса для удалённого мониторинга на базе микроконтроллера.</p>		
Итого			

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
<p>3. Вопрос на инженерный расчет: Вам необходимо осветить ярус площадью 1.5 м² для рассады томата с целевым PPFD 400 мкмоль/(м²•с). Доступны светильники с PPF 600 мкмоль/с. Рассчитайте, сколько светильников потребуется, и оцените, с каким коэффициентом использования (CU) они будут работать.</p>	6
<p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте предложенный в обеззараживание, озонирование, химическая обработка).</p> <p>2. Обзор современных программных продуктов для компьютерного зрения и диагностики болезней растений (например, Plantix, AgriSync).</p> <p>3. Составление фото-базы (таблицы) типичных симптомов дефицита макро- и микроэлементов для основных культур.</p>	4
<p>при увеличении уклона вдвое?</p> <p>3. Вопрос на понимание гидравлики: Почему длина канала в NFT ограничена (обычно 12-15 м)? Какие процессы приводят к ухудшению условий для растений в конце длинного канала? Предложите инженерное решение для увеличения допустимой длины.</p>	4
<p>3. Вопрос на понимание ЕС: Почему для коррекции ЕС используются два отдельных концентрата (А и Б), а не один общий? Что произойдет, если смешать концентрированные растворы кальциевой селитры и сульфата магния в одной емкости?</p> <p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте приведенный в</p>	4
<p>Задания для самостоятельного изучения и самопроверки.</p> <p>1. Сравнительный анализ эффективности и спектральных характеристик различных типов фитосветильников (LED, люминесцентные, ДНаТ, индукционные).</p> <p>2. Влияние красного и дальнего красного спектра на фитохромную систему и архитектуру растений.</p>	2
<p>3. Вопрос на понимание логики управления: Предложите алгоритм управления системой CO₂ в сити-ферме. Какие датчики необходимы, какие исполнительные механизмы (клапан баллона, вентиляция) и какая логика их включения должна быть реализована в контроллере для поддержания концентрации 1000 ppm в светлое время суток и отключения подачи ночью?</p>	6

<p>3. Вопрос на понимание характеристик насоса: Что произойдёт с рабочим давлением в системе, если частично перекрыть задвижку на напорной линии? Как изменится положение рабочей точки на графике Q-H? Потребляемая мощность насоса увеличится или уменьшится?</p> <p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте предложенный в</p>	<p>6</p>
<p>вертикальных ферм. Технические требования».</p> <p>2. Анализ региональных мер поддержки (гранты, субсидии) для начинающих фермеров и самозанятых в сфере АПК.</p> <p>3. Оценка возможности использования вторичных ресурсов города для нужд сити-фермы (избыточное тепло от зданий, CO₂ от промышленности, дождевая вода).</p>	<p>2</p>
<p>Задания для самостоятельной работы и самоподготовки.</p> <p>1. Подготовка черновика бизнес-плана (ТЭО) для собственного проекта сити-фермы (расчёт стартового капитала, ежемесячных расходов, срока окупаемости).</p> <p>2. Оформление пояснительной записки к проекту, включающей все разделы (агробиологический, инженерный, экономический, нормативный).</p>	<p>2</p>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Сити-фермерство» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Сити-фермерство».
2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Сити-фермерство».
3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ (кейс-задача) (при наличии).
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)
5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	<p>Фотосинтез, фенология и основы управления агроклиматом.. Задания для самостоятельного изучения и самопроверки</p> <p>1. Вопрос-кейс на понимание DLI: Вы спроектировали ферму для выращивания базилика. Паспортные данные светильников: PPF = 250 мкмоль/с. Площадь яруса — 1 м². Фотопериод установлен на 18 часов. Достаточно ли света для базилика, если его оптимальный DLI составляет 15 моль/м²/сут? Ответ подтвердите расчетом.</p> <p>2. Вопрос на понимание VPD: В теплице температура 28°C, а относительная влажность 90%. Рассчитайте VPD. Оцените, будут ли растения в таких условиях активно транспирировать и усваивать кальций? К каким последствиям это может привести (на основе лекции 1)?</p> <p>3. Вопрос на инженерный расчет: Вам необходимо осветить ярус площадью 1.5 м² для рассады томата с целевым PPF 400 мкмоль/(м²•с). Доступны светильники с PPF 600 мкмоль/с. Рассчитайте, сколько светильников потребуется, и оцените, с каким коэффициентом использования (CU) они будут работать.</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

	<p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте предложенный в занятии скетч для Arduino. Добавьте в него условие: если расчетный VPD превышает 1.3 кПа, система должна выдавать в монитор порта предупреждение: «WARNING: High VPD! Increase humidity». Если VPD падает ниже 0.5 кПа — предупреждение: «WARNING: Low VPD! Risk of fungi».</p> <p>5. Вопрос на проектирование: Предложите схему размещения двух светильников (Вариант Б из расчета) на ярусе 1.2x1.2 м так, чтобы обеспечить максимальную равномерность PPFD. Что эффективнее: разместить их рядом по центру или разнести по краям? Ответ обоснуйте, используя понятие светового поля и кривой силы света (КСС).</p>			
2	<p>Питание растений, стресс, защита и автоматизированная диагностика.. Задания для самостоятельной работы и самопроверки.</p> <p>1. Методы стерилизации субстратов и питательных растворов (пропарка, УФ-обеззараживание, озонирование, химическая обработка).</p> <p>2. Обзор современных программных продуктов для компьютерного зрения и диагностики болезней растений (например, Plantix, AgriSync).</p> <p>3. Составление фото-базы (таблицы) типичных симптомов дефицита макро- и микроэлементов для основных культур.</p> <p>4. Разработка простейшего алгоритма (блок-схемы) для системы поддержки принятия решений при обнаружении симптомов заболевания.</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2
3	<p>Основные технологии выращивания продукции аквабиоресурсов на основе прогрессивных методов.. Задания для самостоятельного изучения и самопроверки</p> <p>1. Вопрос-кейс на выбор технологии: Вы планируете выращивать томаты черри в условиях сити-фермы. Какую гидропонную технологию вы выберете и почему? Сравните NFT, DWC и капельный полив по</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

	<p>критериям: требования к опоре для тяжёлых растений, риск корневых заболеваний, сложность сбора урожая.</p> <p>2. Расчетная задача: Для NFT-системы с 50 каналами длиной 15 м и шириной 0.1 м рассчитайте общий расход, если оптимальная скорость потока в канале составляет 0.15 м/с, а глубина плёнки 4 мм. Как изменится расход при увеличении уклона вдвое?</p> <p>3. Вопрос на понимание гидравлики: Почему длина канала в NFT ограничена (обычно 12-15 м)? Какие процессы приводят к ухудшению условий для растений в конце длинного канала? Предложите инженерное решение для увеличения допустимой длины.</p> <p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте предложенный в занятии скетч. Добавьте возможность отображения накопленного объёма раствора, прошедшего через систему за сутки (используйте показания расходомера и учёт времени).</p> <p>5. Вопрос на проектирование: Начертите гидравлическую схему NFT-установки с двумя ярусами (верхний и нижний) и укажите, как должен быть организован слив с верхнего яруса в общий бак, чтобы избежать подпора и затопления нижнего яруса. Какие устройства (сифоны, обратные клапаны) могут потребоваться?</p>			
4	<p>Основы проектирования климатических систем.. Задания для самостоятельного изучения и самопроверки.</p> <p>1. Вопрос-кейс на понимание рН: В вашей системе объемом 500 л рН упал до 4.5. Какие элементы станут труднодоступными для растений, а какие могут стать токсичными? Опишите последствия для томата на основе диаграммы Тругога-Мейера.</p> <p>2. Расчетная задача: Рассчитайте, какой объем 5% раствора гидроксида калия (КОН) потребуется для повышения рН в баке объемом 300 л с 5.8 до 6.2, если известно, что для повышения рН на</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

	<p>0.1 в 100 л требуется 15 мл этого раствора. Сколько времени должен работать насос производительностью 100 мл/мин?</p> <p>3. Вопрос на понимание ЕС: Почему для коррекции ЕС используются два отдельных концентрата (А и Б), а не один общий? Что произойдет, если смешать концентрированные растворы кальциевой селитры и сульфата магния в одной емкости?</p> <p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте приведенный в занятии скетч. Добавьте в него функцию safeDosing (), которая будет проверять, не превышает ли суммарное время работы насосов за последний час заданный лимит (например, 10 минут). Если лимит превышен, система должна выдать сообщение об ошибке и отключить дозирование для предотвращения аварии.</p> <p>5. Вопрос на проектирование: Предложите схему расположения датчиков рН и ЕС в рециркуляционной системе (NFT/DWC). Где их лучше установить: в общем баке, в потоке после насоса или в самих лотках с растениями? Ответ обоснуйте с точки зрения точности измерения и безопасности оборудования.</p>			
5	<p>Фитотехническое искусственное облучение. Задания для самостоятельного изучения и самопроверки.</p> <p>1. Сравнительный анализ эффективности и спектральных характеристик различных типов фитосветильников (LED, люминесцентные, ДНаТ, индукционные).</p> <p>2. Влияние красного и дальнего красного спектра на фитохромную систему и архитектуру растений.</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2
6	<p>Построение системы автоматизации и основы электромонтажа объектов сити-фермерства.. Задания для самостоятельного изучения и самопроверки.</p> <p>1. Вопрос-кейс на проектирование защиты: Вы проектируете линию для трёх насосов по 2,2 кВт каждый (380В,</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

	<p>$\cos\varphi = 0,85$), которые включаются одновременно. Рассчитайте необходимый ток и выберите автоматический выключатель для групповой линии. Как изменится выбор, если насосы будут включаться по одному?</p> <p>2. Расчетная задача: Рассчитайте необходимое сечение медного кабеля для линии освещения мощностью 5 кВт (220В, $\cos\varphi = 0,95$), проложенной в воздухе, если допустимая потеря напряжения на длине 50 м не должна превышать 2,5%. Используйте формулы или таблицы ПУЭ.</p> <p>3. Вопрос на понимание логики управления: Предложите алгоритм управления системой CO₂ в сити-ферме. Какие датчики необходимы, какие исполнительные механизмы (клапан баллона, вентиляция) и какая логика их включения должна быть реализована в контроллере для поддержания концентрации 1000 ppm в светлое время суток и отключения подачи ночью?</p> <p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте предложенный в занятии скетч для ESP32. Добавьте в него функцию сохранения настроек (пороговые значения, время включения света) в EEPROM, чтобы они не сбрасывались при перезагрузке контроллера.</p> <p>5. Вопрос на проектирование: Разработайте структурную схему АСУ ТП для сити-фермы с распределённой архитектурой: несколько стеллажей, каждый со своим локальным контроллером, и центральный сервер. Какие протоколы связи (RS-485, Ethernet, Wi-Fi) вы выберете для обмена данными между уровнями и почему? Какие преимущества даёт такая архитектура по сравнению с единым центральным контроллером?</p>			
7	<p>Системы автоматического полива, водоотведения и дренажа.. Задания для самостоятельного изучения и самопроверки.</p> <p>1. Вопрос-кейс на понимание гидравлики: Вы спроектировали</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

	<p>систему капельного полива, но при её запуске обнаружили, что растения в конце грядки получают заметно меньше воды, чем в начале. Каковы возможные причины? Как их можно устранить (минимум три способа)?</p> <p>2. Расчетная задача: Рассчитайте потери напора в трубе ПНД 25 мм (внутренний диаметр 20.4 мм) длиной 30 м при расходе 1.5 м³/ч. Температура воды 20°C. Используйте формулу Дарси-Вейсбаха, предварительно определив режим течения и коэффициент трения λ.</p> <p>3. Вопрос на понимание характеристик насоса: Что произойдет с рабочим давлением в системе, если частично перекрыть задвижку на напорной линии? Как изменится положение рабочей точки на графике Q-H? Потребляемая мощность насоса увеличится или уменьшится?</p> <p>4. Вопрос на программирование: Модифицируйте предложенный в занятии скетч. Добавьте в него возможность автоматического перезапуска насоса после аварийной остановки, если причина аварии исчезла (например, давление восстановилось). Реализуйте таймер задержки перед повторным включением (например, 60 секунд).</p> <p>5. Вопрос на проектирование: Начертите гидравлическую схему «диктующего» пути для системы с двумя ярусами стеллажей. Покажите на ней все элементы: бак, насос, фильтры, магистраль, коллектор, латераль с капельницами. Укажите точки замера давления и расхода, необходимые для диагностики системы.</p>			
8	<p>Безопасность, экология и правовые основы деятельности сити-фермерства.. Звдания для самостоятельной работы и самоподготовки.</p> <p>1. Ознакомление с основными разделами ГОСТ Р 56622-2015 «Проекты вертикальных ферм. Технические требования».</p> <p>2. Анализ региональных мер поддержки (гранты, субсидии) для</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

	<p>начинающих фермеров и самозанятых в сфере АПК.</p> <p>3. Оценка возможности использования вторичных ресурсов города для нужд сити-фермы (избыточное тепло от зданий, CO₂ от промышленности, дождевая вода).</p> <p>4. Анализ рынка сбыта свежей продукции в городских агломерациях: каналы сбыта (HoReCa, магазины, подписка), маркетинг, ценообразование.</p>			
9	<p>Технико-экономическое обоснование (ТЭО) проекта сити фермы.. Задания для самостоятельной работы и самоподготовки.</p> <p>1. Подготовка черновика бизнес-плана (ТЭО) для собственного проекта сити-фермы (расчёт стартового капитала, ежемесячных расходов, срока окупаемости).</p> <p>2. Оформление пояснительной записки к проекту, включающей все разделы (агробиологический, инженерный, экономический, нормативный).</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Л3.1, Л3.2

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Сити-фермерство»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2		3		4	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-3.1: Демонстрирует знания основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования	Алгоритмы и структуры данных			x					
	Интеллектуальные сенсоры						x		
	Машинное зрение							x	x
	Моделирование в электроэнергетике					x			
	Моделирование электротехнических систем					x			
	Операционные системы реального времени				x				
	Преддипломная практика								x
	Программное обеспечение микропроцессорных систем				x				
	Цифровая обработка сигналов				x				
	Электрооборудование процессов АПК						x		
	Электрооборудование систем сельскохозяйственной техники				x				

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2		3		4	
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Электротехнологические установки в АПК							x	

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Сити-фермерство» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Сити-фермерство» проводится в виде Зачет.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций		Максимальное количество баллов
4 семестр			
КТ 1	Тест		15
КТ 2	Кейс-задача		15
Сумма баллов по итогам текущего контроля			30
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			100
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
4 семестр			

КТ 1	Тест	15	<p>Решение расчётных задач</p> <p>Оценка «отлично»: Задача решена полностью, верно выбран метод, все расчёты выполнены без ошибок, получен правильный результат, сделан обоснованный вывод.</p> <p>Оценка «хорошо»: Задача решена, но допущены незначительные ошибки в расчётах или выводах.</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Ход решения верный, но допущены существенные ошибки, приведшие к неверному результату, или задача решена не полностью.</p> <p>Решение кейс-задач</p> <p>Оценка «отлично»: Верно определена проблема, предложено оптимальное решение, подкреплённое теоретическим обоснованием и/или расчётами</p> <p>Оценка «хорошо»: Проблема определена верно, предложено решение, но обоснование недостаточно полно</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Проблема понята в целом, но предложенное решение не оптимально или слабо обосновано</p> <p>Реферат</p> <p>Оценка «отлично»: Тема раскрыта полностью, использовано не менее 10 актуальных источников, в том числе зарубежных, присутствует авторский анализ, оформление безупречно, защита на высоком уровне</p> <p>Оценка «хорошо»: Тема раскрыта, но есть незначительные замечания по содержанию или оформлению</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Тема раскрыта поверхностно, использовано недостаточно источников, оформление не соответствует требованиям</p> <p>Оценка «отлично»: Правильно выполнено 90-100% заданий</p> <p>Оценка «хорошо»: Правильно выполнено 70-89% заданий</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Правильно выполнено 50-69% заданий</p>
------	------	----	---

КТ 2	Кейс-задача	15	<p>Решение расчётных задач</p> <p>Оценка «отлично»: Задача решена полностью, верно выбран метод, все расчёты выполнены без ошибок, получен правильный результат, сделан обоснованный вывод.</p> <p>Оценка «хорошо»: Задача решена, но допущены незначительные ошибки в расчётах или выводах.</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Ход решения верный, но допущены существенные ошибки, приведшие к неверному результату, или задача решена не полностью.</p> <p>Решение кейс-задач</p> <p>Оценка «отлично»: Верно определена проблема, предложено оптимальное решение, подкреплённое теоретическим обоснованием и/или расчётами</p> <p>Оценка «хорошо»: Проблема определена верно, предложено решение, но обоснование недостаточно полно</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Проблема понята в целом, но предложенное решение не оптимально или слабо обосновано</p> <p>Реферат</p> <p>Оценка «отлично»: Тема раскрыта полностью, использовано не менее 10 актуальных источников, в том числе зарубежных, присутствует авторский анализ, оформление безупречно, защита на высоком уровне</p> <p>Оценка «хорошо»: Тема раскрыта, но есть незначительные замечания по содержанию или оформлению</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Тема раскрыта поверхностно, использовано недостаточно источников, оформление не соответствует требованиям</p> <p>Оценка «отлично»: Правильно выполнено 90-100% заданий</p> <p>Оценка «хорошо»: Правильно выполнено 70-89% заданий</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: Правильно выполнено 50-69% заданий</p>
------	-------------	----	---

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине «Сити-фермерство» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и без привязке к набранным баллам. Студентам, набравшим более 65 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, не набравшие 65 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД. Максимальная сумма баллов по промежуточной аттестации (зачету) устанавливается в 15 баллов

Вопрос билета	Количество баллов
Теоретический вопрос	до 5
Задания на проверку умений	до 5
Задания на проверку навыков	до 5

Теоретический вопрос

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Задания на проверку умений и навыков

5 баллов Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

2 баллов Задания выполнены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задания выполнены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задания выполнены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Сити-фермерство»

Часть 1. Теоретические и расчетные вопросы

Лекция 1: Фотосинтез, фенология, микроклимат

1. Понятие фенологической фазы растения. Как инженер может использовать знание фенофаз для управления производственным циклом?

2. Опишите фазы развития салата от семени до уборки. Какие критические параметры характерны для каждой фазы?

3. Фотосинтез как двухконтурная система: световая и темновая фазы. Что является входом и выходом каждого контура?

4. Закон минимума Либиха. Как он проявляется в фотосинтезе и какие инженерные выводы из него следуют?

5. Что такое PFD и DLI? Как они связаны и почему DLI является более важным показателем для растениеводства?

6. Дайте определение VPD (дефицита давления водяного пара). Как VPD влияет на транспирацию и фотосинтез?

7. Рассчитайте VPD, если температура воздуха 25°C, относительная влажность 70%. Используйте формулу давления насыщенного пара.

8. Какие параметры микроклимата кроме температуры и влажности важны для растений? Опишите влияние концентрации CO₂, скорости воздуха и барометрического давления.

9. Что такое стресс растения с инженерной точки зрения? Перечислите основные типы абиотического стресса в СЕА.

10. Критические периоды в технологическом цикле. Приведите примеры для фазы проростков и пересадки.

Лекция 2: Питание растений, стресс, защита, диагностика

11. Каковы функции pH и ЕС в питательном растворе? Почему для гидропоники важен диапазон pH 5.5-6.5?

12. Диаграмма доступности элементов (Треугола-Мейера). Какие элементы становятся менее доступными при pH выше 6.5?

13. Что такое ЕС? Как он связан с осмотическим давлением и почему его необходимо контролировать?

14. Растворенный кислород (DO) в питательном растворе. Какие методы аэрации используются для поддержания DO >6 мг/л?

15. Назовите основные макро- и микроэлементы питания растений. Какие функции выполняют азот, калий, кальций и железо?

16. Опишите симптомы дефицита азота, калия, кальция и железа.

17. Сравните свойства субстратов: минеральная вата, кокосовый койр, перлит, вермикулит. Какие характеристики важны для выбора?

18. Принципы составления питательных растворов: почему нельзя смешивать концентрированные растворы А и Б напрямую?

19. Методы обеззараживания рециркуляционных растворов: УФ, озонирование, термическая обработка, биоагенты. Достоинства и недостатки.

20. Основные биотические угрозы в СЕА: корневые гнили, мучнистая роса, вирусы, белокрылка. Каковы причины их появления и методы профилактики?

21. Концепция интегрированной защиты растений (ИПМ). Какова роль биологического контроля?

22. Автоматизированная диагностика: гиперспектральная съемка, термография, нейросетевой анализ. Что они позволяют обнаружить?

Лекция 3: Технологии и установки: гидропоника, аквапоника, УЗВ

23. Классификация гидропонных систем по состоянию корневой зоны и гидравлической схеме (рециркуляционные / run-to-waste).

24. Сравните технологии DWC, NFT, капельный полив на субстрате и аэропонику по критериям: оксигенация корней, ресурсоэффективность, надежность, капитальные затраты, подходящие культуры.

25. Устройство и принцип работы системы NFT. Каковы оптимальные уклон каналов, скорость потока, максимальная длина канала?

26. Расчет расхода раствора для NFT: дано 50 каналов длиной 10 м, ширина 0.1 м, глубина пленки 4 мм, скорость 0.15 м/с. Найти общий расход.

27. Технологическая карта выращивания. Какие разделы она содержит и для чего нужна?

28. Принцип работы аквапоники. Какие микроорганизмы участвуют в нитрификации и какова их роль?

29. Расчет баланса «рыба-растения-бактерии»: дана масса рыбы 200 кг, корм 35% белка, FCR=1.5. Сколько азота выделяется в сутки? Сколько растений салата можно прокормить, если потребление азота салатом 200 мг/кг прироста?

30. Устройство УЗВ для рыбы: основные узлы (механический фильтр, биофильтр, оксигенатор). Для чего нужен денитрификатор?

Лекция 4: Проектирование инженерных систем: вентиляция, увлажнение, CO₂

31. Уравнение теплового баланса помещения сити-фермы. Перечислите основные источники теплоступлений.

32. Для чего нужна рекуперация тепла в системах вентиляции? Оцените экономию энергии зимой при разнице температур 30°C и КПД рекуператора 80%.

33. Как рассчитать воздухообмен по избыткам явного тепла? Приведите формулу.

34. В чем разница между относительной влажностью (RH) и дефицитом давления паров (VPD)? Почему VPD предпочтительнее для управления климатом?

35. Какие методы увлажнения и осушения воздуха применяются в СЕА? Опишите адиабатическое увлажнение.

36. Системы подачи CO₂: баллонная, генераторы сжигания газа, использование дымовых газов котельных. Сравните их.

37. Гидравлический расчет контура полива: какие потери напора учитываются? Напишите формулу для требуемого напора насоса.

38. Устройство растворного узла: бак-усреднитель, фильтры, дозирующие насосы, контроллер. Для чего нужны два концентрата А и Б?

39. Рассчитайте потери напора в трубе ПНД 25 мм длиной 30 м при расходе 1 м³/ч (используйте таблицы потерь или формулу).

40. Технологические режимы работы оборудования: как управлять светильниками по DLI, спектральное программирование, управление вентиляцией по VPD.

Лекция 5: Фитотехнологии: фитоосвещение, светокультура, фотоморфогенез

41. Что такое фотоморфогенез? Какие фоторецепторы (фитохромы, криптохромы) за него отвечают и какие спектры они воспринимают?

42. Как соотношение красного и дальнего красного света (R:FR) влияет на вытягивание стебля?

43. Как синий свет влияет на морфологию растений? Почему при его недостатке растения вытягиваются?
44. Расчет DLI: дано PPF = 300 мкмоль/м²·с, фотопериод 18 часов. Найти DLI.
45. Как подобрать количество светильников, зная требуемый DLI, площадь и PPF светильника?
46. Сравните натриевые лампы (ДНаТ), люминесцентные и LED по эффективности (мкмоль/Дж), спектру и применению.
47. Что такое PPF и PPE? Как они связаны?
48. Системы динамического освещения: что такое световые рецепты и как они реализуются аппаратно?
49. Тенденции развития фототехнологий: повышение PPE, интеграция с ИИ, гибридное освещение.

Лекция 6: Электромонтаж и основы АСУ ТП

50. Требования ПУЭ к электромонтажу в помещениях с повышенной опасностью. Какие устройства защиты обязательны (УЗО, автоматы, заземление)?
51. Как выбрать сечение кабеля по току нагрузки? Пример: для светильников общей мощностью 4 кВт, 220 В, cosφ=0.95.
52. Структура электрошита управления: перечислите основные компоненты (вводной автомат, групповые автоматы, УЗО, контакторы, блоки питания, контроллер, клеммники).
53. Чем отличаются контакторы от твердотельных реле? Для каких задач они применяются?
54. Трехуровневая архитектура АСУ ТП: уровень датчиков, контроллерный, диспетчерский. Какие протоколы связи используются на каждом уровне (Modbus, Ethernet, Wi-Fi)?
55. Основы программирования Arduino для автоматизации: чтение аналоговых датчиков, управление реле, реализация ПИД-регулирующего (концепция).
56. Какие библиотеки Arduino полезны для сити-фермера (DHT, OneWire, PID, Modbus)?
57. Как обеспечить отказоустойчивость АСУ ТП (watchdog, резервирование, сохранение параметров в EEPROM)?

Лекция 7: Основы расчёта и монтажа системы автоматического полива

58. Классификация насосов для СЕА: циркуляционные, повышения давления, дренажные, перистальтические. Области применения.
59. Гидравлический расчет системы капельного полива: как определить требуемый напор и производительность насоса?
60. Циклы полива для разных технологий: капельный полив (импульсный режим, контроль дренажа), NFT (непрерывный), аэропоника (короткие импульсы), Ebb & Flow (заполнение-слив).
61. Монтажные правила для гидравлических систем: зонирование, уклоны, герметизация, типичные ошибки (установка насоса выше бака, отсутствие обратного клапана).
62. Почему в NFT важно, чтобы каналы были непрозрачными и имели уклон не менее 1%?

Часть 2. Кейс-задачи (20 шт.)

Кейс 1. Проектирование световой зоны

Для яруса площадью 1,2 м² требуется вырастить базилик с целевым DLI = 18 моль/м²/сут при фотопериоде 16 ч. Доступны светильники с PPF = 350 мкмоль/с и PPE = 3,2 мкмоль/Дж. Рассчитайте необходимое количество светильников, общую электрическую мощность и оцените равномерность освещения, если светильники имеют широкую КСС (120°).

Кейс 2. Управление микроклиматом

В помещении температура 27 °С, относительная влажность 50%. Рассчитайте VPD. Норма для культуры 0,8–1,2 кПа. Какие действия должна предпринять автоматика (включить увлажнитель/осушитель, изменить воздухообмен)? Ответ обоснуйте.

Кейс 3. Диагностика неполадок в NFT

При осмотре NFT-системы обнаружено, что в начале каналов корни растений выглядят здоровыми, а в конце – подсохшими, часть растений увядает. Предположите возможные причины (не менее трёх). Как проверить каждую из них и устранить неисправность?

Кейс 4. Подбор насоса для капельного полива

Система капельного полива включает 300 капельниц с расходом 2 л/ч каждая. Магистральный трубопровод – ПНД 40 мм (вн. диам. 34 мм), длина 60 м. Высота подъёма от бака до наиболее удалённой капельницы – 4 м. Потери в фильтре и узле дозирования – 3 м. Рассчитайте требуемый напор и производительность насоса. Подберите подходящий насос из модельного ряда (например, Grundfos).

Кейс 5. Коррекция pH

В баке объёмом 800 л питательного раствора pH составляет 7,4. Необходимо снизить pH до 6,0. Из опыта известно, что для снижения pH на 0,1 в 100 л требуется 25 мл 10% азотной кислоты. Рассчитайте необходимый объём кислоты и время работы перистальтического дозатора с производительностью 150 мл/мин.

Кейс 6. Выбор технологии для томатов

Инвестор планирует построить сити-ферму для круглогодичного выращивания томатов черри. Какую технологию (DWC, NFT, капельный полив на субстрате, aeroponika) вы порекомендуете? Обоснуйте выбор, учитывая требования томатов к опоре, объёму корневой системы, риску заболеваний и удобству сбора урожая.

Кейс 7. Энергоэффективность освещения

Для фермы площадью 200 м² полезной площади требуется обеспечить PPFD = 250 мкмоль/(м²·с) при фотопериоде 18 ч. Сравните два варианта светильников: с PPE = 2,1 мкмоль/Дж (цена 3000 руб./шт., PPF = 500 мкмоль/с) и с PPE = 3,4 мкмоль/Дж (цена 6000 руб./шт., PPF = 500 мкмоль/с). Рассчитайте годовую экономию электроэнергии (при тарифе 6 руб./кВт·ч) и срок окупаемости дополнительных вложений.

Кейс 8. Техничко-экономическое обоснование

Для проекта фермы производительностью 8 т салата в год составьте структуру CAPEX (в процентах) и оцените годовой OPEX. Известно: энергопотребление 65 кВт·ч/кг, цена электроэнергии 5,8 руб./кВт·ч, площадь помещения 120 м², аренда 1200 руб./м²/мес, зарплата двух операторов по 45 000 руб./мес (с учётом страховых взносов), расходные материалы (семена, удобрения, упаковка) – 15 руб./кг. Рассчитайте себестоимость продукции и точку безубыточности при оптовой цене 280 руб./кг.

Кейс 9. Программирование автоматики

Напишите фрагмент кода для Arduino (C++), который управляет вентилятором по температуре: включение при T > 26 °C, выключение при T < 24 °C (гистерезис). Предусмотрите защиту от дребезга контактов (используйте millis() для задержки).

Кейс 10. Выбор субстрата

Для системы капельного полива томатов нужно выбрать субстрат – минеральная вата или кокосовый койр. Сравните их по влагоёмкости, воздухоёмкости, буферности (SEC), долговечности и экологичности утилизации. Какой субстрат предпочтительнее для коммерческого производства и почему?

Кейс 11. Расчёт DLI по измеренным данным

Датчик освещённости BH1750 показывает 22 000 лк. Для используемого фитосветильника эмпирический коэффициент пересчёта люкс → PPFD равен 0,013. Рассчитайте PPFD. Какой DLI накопится за 18 часов? Сравните с потребностью салата (14–17 моль/м²/сут).

Кейс 12. Аквапонический баланс

В УЗВ содержится 300 кг тилапии. Суточный рацион – 2% от массы рыбы, корм содержит 38% протеина. Коэффициент конверсии корма (FCR) = 1,4. Определите суточное выделение азота в воду. Сколько килограммов салата (потребление азота 200 мг/кг прироста) может теоретически обеспечить этот поток азота? Какие ещё элементы потребуют добавления в систему?

Кейс 13. Гидравлический расчёт NFT

NFT-установка состоит из 80 каналов длиной 15 м, шириной 0,12 м. Рекомендуемый расход на канал – 1,8 л/мин. Высота подъёма от бака до входа в каналы – 2,5 м. Магистральный трубопровод – ПНД 63 мм (вн. диам. 54 мм), длина 25 м. Потери в фильтре и фитингах принять 4 м. Рассчитайте общий расход и требуемый напор насоса. Подберите насос (укажите марку).

Кейс 14. Ошибка монтажа

При монтаже системы периодического затопления (Ebb & Flow) насос установили на 0,5 м выше уровня воды в баке. К чему это приведёт при первом пуске? Как правильно расположить насос и почему?

Кейс 15. Защита от низких температур

В неотапливаемом складском помещении, где размещена ферма, зимой температура может опускаться до +2 °С. Предложите инженерные решения для поддержания температуры воздуха на уровне 20 °С (расчёт теплопотерь, выбор обогревателей, использование светильников как источника тепла). Какие дополнительные меры необходимы для защиты корневой зоны?

Кейс 16. Правовая форма и налоги

Начинающий предприниматель планирует продавать микрозелень через соцсети и небольшие кафе. Ожидаемый годовой доход – 1,8 млн руб., расходы (аренда небольшого помещения, семена, упаковка) – 600 тыс. руб. Работников нанимать не планируется. Сравните налоговую нагрузку для самозанятого (6% от дохода) и ИП на ЕСХН (6% от разницы доходы–расходы). Какую форму вы рекомендуете и почему?

Кейс 17. Утилизация отходов

После двух лет работы фермы накопилось 8 тонн отработанной минеральной ваты. Как её утилизировать в соответствии с законодательством РФ? Какие документы необходимо оформить (паспорт отхода, договор с перевозчиком)? Возможны ли варианты вторичного использования?

Кейс 18. Расчёт освещения по DLI

Требуется обеспечить $DLI = 16$ моль/м²/сут на площади 50 м² при фотопериоде 17 ч. Светильник имеет $PPF = 1200$ мкмоль/с, коэффициент использования (CU) = 0,8. Рассчитайте необходимое количество светильников, суммарную электрическую мощность, если $PPE = 2,9$ мкмоль/Дж.

Кейс 19. Автоматическое дозирование удобрений

Опишите алгоритм работы контроллера для поддержания $ЕС = 2,4$ мСм/см в рециркуляционной системе. Какие датчики необходимы? Как учесть, что при доливе чистой воды ЕС падает? Нарисуйте блок-схему алгоритма.

Кейс 20. Интеграция в городскую инфраструктуру

Предложите схему интеграции сити-фермы с соседним дата-центром. Какие потоки ресурсов (тепло, CO₂, вода) могут быть использованы? Оцените потенциальную экономию затрат на отопление и обогащение CO₂ для фермы и выгоду для дата-центра. Какие технические решения потребуются?

Агробиологические основы

1. Фотоморфогенез растений в условиях искусственного освещения: анализ влияния спектральных соотношений на рост и развитие салата и базилика.

Рассмотреть роль фитохромов и криптохромов, сравнить реакцию разных культур на соотношение красного/дальнего красного и долю синего света.

2. Физиологический стресс растений в контролируемой среде: причины, диагностика и методы предотвращения (на примере водного, солевого и температурного стресса).

Проанализировать абиотические стресс-факторы в СЕА, их симптомы, влияние на

продуктивность и способы автоматизированного выявления.

3. Интегрированная защита растений (ИПМ) в условиях вертикальных ферм: биологические, физические и химические методы контроля вредителей и болезней.

Оценить эффективность энтомофагов, УФ-стерилизации, озонирования и других методов в замкнутой среде без пестицидов.

Инженерные системы и проектирование

4. Сравнительный анализ гидропонных технологий (DWC, NFT, капельный полив, aeroponika) для различных культур: критерии выбора и экономическая эффективность.

Провести сравнение по ключевым параметрам (оксигенация, ресурсоэффективность, надёжность) и предложить рекомендации для коммерческого применения.

5. Проектирование систем вентиляции и кондиционирования для сити-ферм: расчёт тепловлажностного баланса и подбор оборудования.

Рассмотреть методику расчёта воздухообмена по трём факторам, роль рекуперации и адиабатического охлаждения, привести пример для типового помещения.

6. Гидравлический расчёт и проектирование систем полива (NFT, капельный, aeroponный) с подбором насосного оборудования.

Выполнить детальный гидравлический расчёт для заданной системы, включая потери на трение, местные сопротивления, подбор насоса по рабочей точке.

7. Энергоэффективность фитоосвещения: сравнение различных типов светильников (LED, люминесцентные, ДНАТ) по критериям PPF, PPE и спектральному составу.

Провести анализ современных LED-решений, оценить возможность использования динамического освещения и ночного тарифа.

8. Автоматизация растворного узла: проектирование системы автоматической коррекции pH и ЕС с использованием ПИД-регуляторов.

Рассмотреть принципы дозирования концентратов, датчики, исполнительные механизмы, алгоритмы управления и настройку регуляторов.

9. Разработка архитектуры АСУ ТП для сити-фермы: от датчиков и контроллеров до облачной платформы.

Охарактеризовать трехуровневую структуру, протоколы связи (Modbus, RS-485, Wi-Fi), выбрать аппаратную платформу и обосновать решение.

10. Монтаж и эксплуатация электрощита управления сити-фермой: требования ПУЭ, выбор аппаратов защиты и компоновка оборудования.

Описать типовую схему распределительного щита, расчёт сечений кабелей, номиналов автоматов и УЗО, меры электробезопасности.

Фитотехнологии и управление средой

11. Светокультура как метод интенсификации производства: расчёт DLI, управление фотопериодом и динамические световые рецепты.

Исследовать зависимость продуктивности от суточной дозы света, предложить методику оптимизации фотопериода для конкретной культуры.

12. Влияние спектральных характеристик LED-светильников на накопление биологически активных веществ (антоцианов, витамина С, нитратов) в листовых овощах.

Проанализировать научные данные о роли синего, красного и УФ-спектров в синтезе вторичных метаболитов и качестве продукции.

13. Управление микроклиматом по VPD (дефициту давления паров): физические основы, расчёт и автоматизация.

Рассмотреть связь VPD с транспирацией и фотосинтезом, методы поддержания оптимума с помощью увлажнения, осушения и вентиляции.

14. Методы обогащения атмосферы CO₂ в сити-фермах: баллонная подача, генераторы сжигания, использование дымовых газов – сравнительный анализ.

Оценить экономическую эффективность и технические особенности различных источников CO₂, рассчитать потребность для типовой фермы.

15. Рециркуляция питательных растворов и утилизация отходов (субстраты, дренажи) в замкнутых агросистемах.

Исследовать методы очистки (обратный осмос, электродиализ, биологическая очистка) и нормативные требования к сбросу, предложить схему безотходного производства.

Аквaponика и интеграция

16. Принципы проектирования и расчёта баланса в аквапонных системах для совместного выращивания рыбы и растений.

Рассмотреть азотный цикл, рассчитать соотношение биомассы рыбы и площади растений, проанализировать типовые схемы УЗВ и гидропонных модулей.

17. Сити-ферма как элемент умного города: интеграция с энергосетями (рекуперация тепла, ночной тариф), водоснабжением и системой утилизации отходов.

Предложить концепцию симбиоза с городскими объектами (ЦОД, котельные, очистные сооружения) и оценить потенциальные выгоды.

18. Техничко-экономическое обоснование проекта сити-фермы: расчёт CAPEX, OPEX, точки безубыточности и срока окупаемости на примере заданной культуры.

Выполнить сквозной расчёт для гипотетического проекта, проанализировать чувствительность к изменению цен на энергию и урожайности.

19. Возобновляемые источники энергии в сити-фермерстве: оценка потенциала солнечных панелей, ветрогенерации и тепловых насосов для энергоснабжения вертикальных ферм.

Рассмотреть технико-экономические аспекты применения ВИЭ в городских условиях, привести примеры реализованных проектов.

20 Нормативно-правовое регулирование деятельности сити-ферм в РФ: выбор организационно-правовой формы, налогообложение, сертификация продукции (ТР ТС, органическая), экологические требования.

Проанализировать правовые аспекты для малого и среднего бизнеса, сравнить режимы (самозанятый, ИП, ООО), дать рекомендации по легализации производства.

1. Ключевые определения (10 вопросов с выбором правильного ответа)

Что такое DLI (Daily Light Integral)?

A. Количество фотонов ФАР, падающих на единицу площади в секунду.

B. Суммарное количество фотонов ФАР, получаемое растением за сутки.

C. Мощность светового потока светильника, измеряемая в люменах.

D. Отношение красного света к синему в спектре.

Правильный ответ: B

Что такое VPD (Vapor Pressure Deficit)?

A. Разность между давлением насыщенного пара и фактическим давлением пара в воздухе.

B. Относительная влажность воздуха, выраженная в процентах.

C. Температура точки росы.

D. Концентрация водяного пара в воздухе.

Правильный ответ: A

Что такое PPFD?

A. Суммарный поток фотонов от светильника.

B. Плотность потока фотосинтетических фотонов, падающих на единицу площади.

C. Эффективность преобразования электроэнергии в свет.

D. Длина волны красного света.

Правильный ответ: B

Что такое ЕС питательного раствора?

A. Концентрация ионов водорода.

B. Электропроводность, характеризующая общую концентрацию солей.

C. Количество растворенного кислорода.

D. Температура раствора.

Правильный ответ: B

Что такое фотоморфогенез?

A. Процесс преобразования световой энергии в химическую.

B. Изменение формы и структуры растений под действием световых сигналов.

C. Реакция растения на изменение длины дня.

D. Синтез хлорофилла в листьях.

Правильный ответ: B

Что такое фитохром?

A. Пигмент, отвечающий за поглощение синего света.

B. Фоторецептор, чувствительный к красному и дальнему красному свету.

C. Фермент, участвующий в цикле Кальвина.

D. Белок, регулирующий открытие устьиц.

Правильный ответ: B

Что такое CAPEX в инвестиционном проекте?

A. Текущие операционные расходы.

B. Капитальные затраты на создание проекта.

C. Выручка от реализации продукции.

D. Амортизационные отчисления.

Правильный ответ: B

Что такое OPEX?

A. Капитальные затраты.

B. Операционные расходы на поддержание производства.

C. Чистая прибыль.

D. Срок окупаемости.

Правильный ответ: B

Что такое система УЗО?

A. Устройство защитного отключения, предотвращающее поражение током.

B. Установка замкнутого водоснабжения для рыбы.

C. Устройство для измерения влажности.

D. Усилитель звукового оборудования.

Правильный ответ: A

Что такое технологическая карта в сити-фермерстве?

A. Документ, описывающий конструкцию стеллажей.

B. Формализованное описание всего производственного цикла от семени до уборки.

C. Схема расположения светильников.

D. Инструкция по настройке контроллера.

Правильный ответ: B

2. Задачи с ответами «да» или «нет» (20 вопросов)

В каждом задании выберите «Да», если утверждение верно, и «Нет», если неверно.

В системе NFT для салата оптимальная длина канала может превышать 20 метров.

Нет

PPFD измеряется в микромолях на квадратный метр в секунду.

Да

DLI рассчитывается как произведение PPFD на фотопериод в часах, умноженное на 0,0036.

Да

Для большинства культур оптимальный диапазон VPD составляет 2,0-3,0 кПа.

Нет

При высоком VPD растение закрывает устьица, и фотосинтез останавливается.

Да

ЕС раствора напрямую показывает концентрацию азота.

Нет

В аквапонике рыбы выделяют аммиак, который бактерии превращают в нитраты.

Да

Минеральная вата имеет высокую катионообменную емкость (СЕС).

Нет

Для понижения рН в питательном растворе используют гидроксид калия.

Нет

В системе периодического затопления (Ebb & Flow) сливной клапан должен быть нормально-закрытым.

Нет

Рекуператор позволяет экономить до 80% энергии на нагрев приточного воздуха зимой.

Да

При использовании ночного тарифа на электроэнергию можно сместить фотопериод на ночные часы и сэкономить до 50% затрат на свет.

Да

Для измерения освещенности в сити-ферме достаточно обычного люксметра.

Нет

Красный свет (660 нм) подавляет вытягивание стебля.

Нет

Фотопериод влияет на цветение только у короткодневных растений.

Нет

Заземление оборудования обязательно для обеспечения электробезопасности.

Да

Самозанятый может нанимать работников по трудовым договорам.

Нет

33980. Продукция сити-ферм на гидропонике может сертифицироваться как органическая по ГОСТ

Нет

В структуре ОПЕХ вертикальной фермы основную долю составляют затраты на семена.

Нет

Использование светильников с высоким PPE (мкмоль/Дж) снижает энергопотребление.

Да

3. Проверка утверждений (10 вопросов)

Определите, верно ли утверждение (Да/Нет).

Утверждение: «Фотосинтез состоит из световой и темновой фаз, причем темновая фаза происходит только в темноте».

Нет

Утверждение: «Критические периоды развития растений – это фазы, когда они наименее

чувствительны к отклонениям параметров».

Нет

Утверждение: «В DWC системе корни постоянно находятся в растворе, и аэрация не обязательна».

Нет

Утверждение: «ПИД-регулятор в автоматике позволяет более точно поддерживать параметры по сравнению с релейным управлением».

Да

Утверждение: «Для подключения датчика температуры DS18B20 к Arduino требуется подтягивающий резистор».

Да

Утверждение: «Система заземления TN-S предусматривает разделение нулевого рабочего и нулевого защитного проводников».

Да

Утверждение: «Ультразвуковой датчик HC-SR04 может использоваться для измерения уровня жидкости в баке».

Да

Утверждение: «При приготовлении питательного раствора концентраты А и Б можно смешивать в одной емкости без разбавления».

Нет

Утверждение: «Субстрат из кокосового койра обладает большей воздухоемкостью, чем минеральная вата».

Да

Утверждение: «В установке замкнутого водоснабжения (ЗВ) для рыбы биофильтр служит для удаления твердых отходов».

Нет

4. Задания на последовательность действий (10 заданий)

Расположите шаги в правильном порядке, указав цифры от 1 до 5.

Последовательность приготовления питательного раствора из двух концентратов:

А. Добавить концентрат А в бак с водой.

Б. Добавить концентрат Б.

В. Измерить рН и ЕС.

Г. Тщательно перемешать.

Д. Откорректировать рН кислотой или щелочью при необходимости.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-Г, 4-В, 5-Д

Последовательность монтажа системы периодического затопления (Ebb & Flow):

А. Установка стеллажей и лотков.

Б. Прокладка дренажной трубы с уклоном.

В. Монтаж насоса и фильтра.

Г. Подключение электромагнитного клапана на сливе.

Д. Гидравлические испытания.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность настройки системы автоматического полива по датчику влажности:

А. Установить датчик влажности в субстрат.

Б. Подключить датчик к контроллеру.

В. Задать верхний и нижний пороги срабатывания.

Г. Включить насос при снижении влажности ниже нижнего порога.

Д. Отключить насос при достижении верхнего порога.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность расчета световой установки по DLI:

А. Определить требуемый DLI для культуры.

Б. Рассчитать необходимый PPFD (поделив DLI на фотопериод в секундах).

В. Вычислить суммарный PPF для всей площади.

Г. Выбрать светильник с известным PPF.

Д. Рассчитать количество светильников.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность запуска аквапонной системы (после монтажа):

А. Запустить рыбу.

Б. Заселить бактерии в биофильтр (или запустить цикл азота).

В. Высадить растения.

Г. Проверить работу насосов и аэрации.

Д. Установить параметры воды (температура, pH).

Правильный порядок: 1-Г, 2-Д, 3-Б, 4-А, 5-В

Последовательность действий при калибровке pH-метра:

А. Промыть электрод дистиллированной водой.

Б. Поместить электрод в буферный раствор pH 7.

В. Отрегулировать показание до 7.00 с помощью подстроечного резистора.

Г. Промыть электрод.

Д. Поместить в буфер рН 4 и отрегулировать второй точкой.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность разработки технико-экономического обоснования (ТЭО):

А. Расчет CAPEX.

Б. Расчет OPEX.

В. Определение выручки и прибыли.

Г. Расчет точки безубыточности.

Д. Оценка срока окупаемости.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность подключения датчика DHT22 к Arduino:

А. Подключить питание (VCC) к 5V.

Б. Подключить землю (GND) к GND.

В. Подключить сигнальный пин к цифровому пину (например, 2).

Г. Установить библиотеку DHT.

Д. Написать скетч для чтения данных.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность действий при обнаружении низкого уровня рН в растворе:

А. Измерить текущее значение рН.

Б. Рассчитать необходимый объем кислоты.

В. Включить дозатор кислоты на рассчитанное время.

Г. Перемешать раствор.

Д. Повторно измерить рН через некоторое время.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Последовательность проектирования системы вентиляции:

А. Определить теплопоступления от оборудования и растений.

Б. Рассчитать требуемый воздухообмен.

В. Выбрать тип и производительность вентиляционной установки.

Г. Разработать схему воздуховодов.

Д. Подобрать диффузоры и решетки.

Правильный порядок: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

5. Вопросы на соответствие (10 заданий)

Установите соответствие между элементами двух столбцов.

Соответствие между параметром и единицей измерения:

PPFD – А. мкмоль/м²·с

ЕС – Б. мСм/см

DLI – В. моль/м²·сут

VPD – Г. кПа

DO – Д. мг/л

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Соответствие между типом датчика и измеряемой величиной:

DHT22 – А. Температура и влажность

BH1750 – Б. Освещенность (люкс)

DS18B20 – В. Температура

YF-S201 – Г. Расход жидкости

HC-SR04 – Д. Расстояние (уровень)

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Соответствие между технологией и типом корневой среды:

DWC – А. Постоянное погружение в раствор

NFT – Б. Тонкая пленка раствора

Капельный полив – В. Субстрат

Аэропоника – Г. Воздушная среда с аэрозолем

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Соответствие между элементом питания и симптомом дефицита:

Азот (N) – А. Хлороз старых листьев

Калий (K) – Б. Краевой ожог листьев

Кальций (Ca) – В. Вершинная гниль томатов

Железо (Fe) – Г. Хлороз молодых листьев

Фосфор (P) – Д. Тёмно-зелёные с фиолетовым оттенком листья

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Соответствие между протоколом связи и его характеристикой:

I2C – А. Два провода (SDA, SCL), короткая длина

1-Wire – Б. Один провод данных, адресация по уникальному коду

RS-485 – В. Дифференциальная линия, длина до 1200 м

Modbus RTU – Г. Протокол поверх RS-485, мастер-ведомый

SPI – Д. Четыре провода, высокая скорость

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Соответствие между типом отхода и классом опасности (по классификации РФ):

Ртутьсодержащие лампы – А. I класс

Отработанные масла – Б. III класс

Минеральная вата – В. IV класс

Пищевые отходы – Г. V класс

Аккумуляторы – Д. II класс

Ответ: 1-А, 5-Д, 2-Б, 3-В, 4-Г

Соответствие между компонентом электроцита и его функцией:

Автоматический выключатель – А. Защита от короткого замыкания и перегрузки

УЗО – Б. Защита от токов утечки

Контактор – В. Коммутация силовых цепей по сигналу управления

Твердотельное реле – Г. Бесконтактная коммутация, часто для ШИМ

Блок питания – Д. Преобразование 220В AC в низкое DC

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д

Соответствие между типом лампы и её типичной эффективностью (мкмоль/Дж):

ДНаТ – А. 1,5-1,8

Люминесцентная Т5 – Б. 1,2-1,7

LED узкоспектральный – В. 3,2-3,8

LED полноспектральный – Г. 2,6-3,0

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Соответствие между длиной волны и её действием на растение:

450 нм (синий) – А. Подавление вытягивания, открывание устьиц

660 нм (красный) – Б. Основной драйвер фотосинтеза, влияние на фитохром

730 нм (дальний красный) – В. Реакция избегания тени, регуляция цветения

280-315 нм (УФ-В) – Г. Синтез вторичных метаболитов

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Соответствие между организационно-правовой формой и налоговой ставкой (при упрощённых режимах):

Самозанятый – А. 4% (с физлиц) или 6% (с юрлиц)

ИП на ЕСХН – Б. 6% от разницы доходы-расходы

ИП на УСН (доходы) – В. 6% от всех доходов

ООО на ОСНО – Г. 20% от прибыли + НДС

Ответ: 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г

Кейс-задачи по лекции 1: Фотосинтез, фенология и основы управления микроклиматом

Задача 1.1. Расчет DLI для салата

Для выращивания салата сорта «Афицион» на ярусе площадью 0,8 м² требуется обеспечить DLI = 15 моль/м²/сут при фотопериоде 16 часов. Рассчитайте необходимую среднюю PPFD. Определите, достаточно ли одного светильника с PPF = 300 мкмоль/с для достижения этого DLI, если коэффициент использования светового потока (CU) равен 0,8.

Задача 1.2. Определение VPD и корректировка микроклимата

В помещении фермы температура воздуха составляет 26°C, относительная влажность 65%. Рассчитайте VPD. Для культуры базилика оптимальный диапазон VPD – 0,8–1,2 кПа. Требуется ли коррекция влажности? Если да, предложите, какое устройство (увлажнитель или осушитель) необходимо включить и как изменится VPD при его работе.

Задача 1.3. Идентификация фенофазы по параметрам

При мониторинге установки с салатом на 10-й день после посева получены данные: PPFD = 250 мкмоль/м²·с, температура днём 22°C, ночью 20°C, влажность 75%, ЕС раствора 1,5 мСм/см. Растения имеют 4 настоящих листа, корневая система хорошо развита. Определите текущую фенофазу. Какие параметры следует изменить для перехода к следующей фазе (уплотнение кочана)?

Задача 1.4. Влияние тепловыделения светильников на температуру

В помещении объёмом 100 м³ установлены светильники общей мощностью 10 кВт. Коэффициент перехода электроэнергии в тепло для них равен 0,75. Рассчитайте, на сколько градусов повысится температура воздуха за 1 час, если вентиляция отключена (удельная теплоёмкость воздуха 1,005 кДж/(кг·°C), плотность 1,2 кг/м³). Сравните с допустимым перепадом и сделайте вывод о необходимости вентиляции.

Задача 1.5. Анализ стресса по изменению параметров

В системе DWC с салатом наблюдается увядание растений при влажности субстрата 100%. Показания датчиков: температура раствора 28°C, ЕС 2,8 мСм/см, pH 5,2. Предположите причину стресса. Какие измерения необходимо провести для подтверждения диагноза? Предложите меры

по устранению.

Кейс-задачи по лекции 2: Питание растений, стресс, защита и автоматизированная диагностика

Задача 2.1. Коррекция pH в баке

В баке объёмом 500 л питательного раствора pH составляет 7,8. Для снижения до 6,0 требуется добавление 10% азотной кислоты. Известно, что для понижения pH на 0,1 в 100 л необходимо 20 мл кислоты. Рассчитайте требуемый объём кислоты и время работы дозатора производительностью 120 мл/мин.

Задача 2.2. Приготовление рабочего раствора из концентратов

Для приготовления 200 л рабочего раствора с ЕС = 2,4 мСм/см необходимо смешать концентраты А и Б в пропорции 1:1000 (на 1 л воды – 1 мл каждого концентрата). Концентраты хранятся в ёмкостях по 50 л. Рассчитайте, сколько миллилитров каждого концентрата потребуется для заполнения бака, если исходная вода имеет ЕС = 0,2 мСм/см. Какой будет итоговый ЕС после добавления?

Задача 2.3. Диагностика дефицита по фото

На фотографии растений томата видны следующие симптомы: молодые листья желтеют, жилки остаются зелёными, края листьев буреют и отмирают. На старых листьях изменений нет. Определите, дефицит какого элемента наиболее вероятен. Какие действия следует предпринять для подтверждения и устранения проблемы?

Задача 2.4. Выбор субстрата для клубники

Для выращивания клубники в системе капельного полива необходимо выбрать субстрат. Доступны: минеральная вата (WHC = 80%, AFP = 10%, СЕС низкая), кокосовый койр (WHC = 60%, AFP = 25%, СЕС средняя), перлит (WHC = 20%, AFP = 40%, СЕС отсутствует). Учитывая, что клубника чувствительна к засолению и требует хорошей аэрации корней, какой субстрат вы предпочтёте? Ответ обоснуйте.

Задача 2.5. Оценка эффективности УФ-стерилизации

В рециркуляционной системе объёмом 1 м³/ч установлена УФ-лампа мощностью 40 Вт, обеспечивающая дозу облучения 30 мДж/см². Производитель утверждает, что этого достаточно для инактивации 99% патогенов. Оцените, как изменится эффективность, если скорость потока увеличится вдвое. Какие меры можно принять для сохранения эффективности?

Кейс-задачи по лекции 3: Технологии и установки: от гидропоники до аквакультуры

Задача 3.1. Выбор технологии для редиса

Предприниматель планирует выращивать редис на продажу. Срок вегетации редиса – 25 дней, урожайность – 2 кг/м² за цикл. Площадь помещения – 50 м², высота – 3 м. Сравните два варианта: многоярусная NFT (4 яруса) и стеллажи с DWC (2 яруса). Рассчитайте потенциальный годовой объём производства (при 12 циклах) для каждого варианта. Какой вариант обеспечит большую производительность?

Задача 3.2. Гидравлический расчёт NFT-системы

Необходимо спроектировать NFT-установку для салата на 1000 растений. Плотность посадки – 20 растений/м². Длина канала – 10 м, ширина – 0,12 м. Рекомендуемый расход на канал – 1,5 л/мин. Рассчитайте общее количество каналов, суммарный расход раствора. Определите требуемый напор насоса, если высота подъёма – 2 м, потери в фильтре – 2 м, потери в трубопроводе – 0,5 м, а давление на входе в каналы не требуется. Какой насос вы выберете (производительность, напор)?

Задача 3.3. Баланс аквапоники

В аквапонной системе содержится 150 кг рыбы (тиляпия). Кормление – 2% от массы в сутки, корм содержит 32% протеина. Коэффициент конверсии корма (FCR) = 1,6. Определите суточное выделение азота. Сколько растений салата (потребление азота 200 мг/кг прироста) можно

прокормить этим азотом, если планируется получать 50 г прироста салата в сутки с одного растения? Сколько растений потребуется?

Задача 3.4. Проектирование капельного полива для томатов

В теплице на 200 растений томата планируется капельный полив. Расстояние между растениями – 0,4 м, между рядами – 0,8 м. Расход одной капельницы – 2 л/ч при давлении 1,5 бар. Трубы магистральные – ПНД 32 мм, длина магистрали – 30 м. Высота подъёма – 1,5 м. Потери в фильтре – 3 м. Рассчитайте общий расход, потери напора (используя табличные значения: для трубы 32 мм при расходе 0,5 м³/ч потери 0,04 м/м; при расходе 1 м³/ч – 0,12 м/м). Подберите насос.

Задача 3.5. Расчёт УЗВ для осетровых

Для выращивания осетра в УЗВ требуется обеспечить плотность посадки 80 кг/м³. Объём бассейна – 10 м³. Рассчитайте максимальную биомассу рыбы. Суточный водообмен в системе очистки – 2 раза в час. Определите производительность насоса (м³/ч). Какой объём свежей воды потребуется добавлять ежесуточно при 10% водообмене?

Кейс-задачи по лекции 4: Проектирование инженерных систем: вентиляция, увлажнение, СО₂

Задача 4.1. Расчёт воздухообмена по теплу и влаге

В помещении фермы площадью 80 м², высотой 3 м, установлены светильники мощностью 12 кВт ($k_{\text{тепл}} = 0,75$). Транспирация растений составляет 15 кг/ч. Внутренние условия: $t = 24^{\circ}\text{C}$, RH = 70%. Наружные условия (лето): $t = 28^{\circ}\text{C}$, RH = 60%. Рассчитайте требуемый воздухообмен по явному теплу ($\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$) и по влаге (используя влагосодержание: для внутреннего воздуха $d_{\text{вн}} \approx 13$ г/кг, для наружного $d_{\text{нар}} \approx 14,5$ г/кг). Какой фактор определяющий? Можно ли использовать наружный воздух для охлаждения без осушения?

Задача 4.2. Эффективность рекуперации

Зимой температура наружного воздуха -15°C , внутренняя – 24°C . Приточная установка имеет пластинчатый рекуператор с КПД = 80%. Рассчитайте температуру приточного воздуха после рекуператора. Какую мощность нагревателя необходимо установить, если производительность установки 5000 м³/ч (плотность воздуха 1,2 кг/м³, теплоёмкость 1,005 кДж/(кг·°C))?

Задача 4.3. Подбор увлажнителя

Зимой наружный воздух с $t = -10^{\circ}\text{C}$ и влагосодержанием 1,5 г/кг нагревается до 22°C . После нагрева его влагосодержание остаётся тем же. Рассчитайте относительную влажность нагретого воздуха. Для поддержания RH = 70% требуется увлажнение. Определите производительность увлажнителя (кг/ч) для притока 3000 м³/ч (плотность воздуха 1,2 кг/м³). Какой тип увлажнителя (паровой или адиабатический) предпочтительнее зимой?

Задача 4.4. Расчёт потребности в СО₂

В помещении объёмом 200 м³ при воздухообмене 1000 м³/ч необходимо поддерживать концентрацию СО₂ 1000 ppm. Наружная концентрация – 400 ppm. Интенсивность потребления СО₂ растениями – 300 г/ч. Рассчитайте требуемую подачу СО₂ (г/ч). Сколько баллонов жидкой СО₂ (ёмкость баллона 40 л, масса СО₂ 24 кг) потребуется на сутки непрерывной работы?

Задача 4.5. Гидравлический расчёт воздуховода

Для раздачи воздуха по ярусам используется перфорированный воздуховод длиной 15 м. Расход воздуха – 2000 м³/ч. Скорость в начале воздуховода не должна превышать 8 м/с. Рассчитайте минимальный диаметр воздуховода. Какая скорость будет при выбранном стандартном диаметре (например, 250 мм)? Оцените потери давления, если коэффициент сопротивления на трение 0,02 Па/м при данной скорости (используйте номограммы или приближённые формулы).

Кейс-задачи по лекции 5: Фототехнологии: фитоосвещение, светокультура и фотоморфогенез

Задача 5.1. Расчёт количества светильников

Требуется осветить ярус площадью $1,5 \text{ м}^2$ для рассады томата с целевой $\text{PPFD} = 400 \text{ мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$. Доступны светильники с $\text{PPF} = 600 \text{ мкмоль/с}$ и $\text{PPE} = 2,8 \text{ мкмоль/Дж}$. Коэффициент использования (CU) = $0,8$. Рассчитайте необходимое количество светильников. Определите общую электрическую мощность и удельную мощность на м^2 .

Задача 5.2. Оценка экономии при замене светильников

Ферма использует 100 светильников мощностью 150 Вт каждый с $\text{PPE} = 2,0 \text{ мкмоль/Дж}$. Планируется заменить их на светильники с $\text{PPE} = 3,2 \text{ мкмоль/Дж}$, сохранив тот же световой поток (PPF). Как изменится суммарная мощность? Рассчитайте годовую экономию электроэнергии при работе 18 ч/сут, тарифе 6 руб./кВт·ч. Срок окупаемости, если стоимость нового светильника 8000 руб., а старого не учитываем.

Задача 5.3. Расчёт спектрального соотношения

Для стимуляции цветения длиннодневных растений требуется соотношение красного (660 нм) к дальнему красному (730 нм) $\text{R:FR} = 2:1$. Светильник имеет $\text{PPF} = 500 \text{ мкмоль/с}$, из которых на красный канал приходится 300 мкмоль/с, на дальний красный – 50 мкмоль/с, остальное – синий и зелёный. Соответствует ли он требуемому соотношению? Если нет, какую долю дальнего красного нужно добавить, принимая, что общий PPF не должен превысить 500 мкмоль/с (остальные каналы можно уменьшить)?

Задача 5.4. Проектирование светового рецепта для салата

Для салата на стадии вегетации оптимальный спектр: красный 70%, синий 20%, дальний красный 5%, остальное – зелёный. Общий $\text{PPFD} = 250 \text{ мкмоль/м}^2\cdot\text{с}$. Рассчитайте абсолютные значения PPFD для каждого канала. Предложите временной профиль для имитации рассвета (6:00-8:00) и заката (20:00-22:00), если в дневное время (8:00-20:00) используется полная интенсивность.

Задача 5.5. Экономия при использовании ночного тарифа

Ферма потребляет на освещение 50 кВт. Световой день – 16 ч. Дневной тариф (7:00-23:00) – 6,5 руб./кВт·ч, ночной (23:00-7:00) – 2,2 руб./кВт·ч. Рассчитайте суточные затраты при обычном режиме (свет днём) и при смещении фотопериода на ночные часы (например, свет с 21:00 до 13:00, перекрывая частично дневной тариф). Оцените годовую экономию. Учтите, что часть светового периода может попадать на дневной тариф.

Кейс-задачи по лекции 6: Электромонтаж и основы построения АСУ ТП

Задача 6.1. Выбор автоматического выключателя для насоса

Насос мощностью 2,2 кВт, 220 В, $\cos \varphi = 0,85$. Рассчитайте рабочий ток. Пусковой ток в 5 раз больше. Выберите номинал автоматического выключателя и характеристику (В, С или D). Подберите сечение медного кабеля (в воздухе) для линии длиной 30 м, допустимая потеря напряжения – 3%.

Задача 6.2. Расчёт нагрузки на фазы

В трёхфазной сети 380 В имеются нагрузки: фаза А – освещение 5 кВт, фаза В – насосы 4 кВт, фаза С – вентиляция 3 кВт, а также трёхфазная нагрузка 2 кВт. Рассчитайте ток каждой фазы и общий ток. Выберите вводной автоматический выключатель.

Задача 6.3. Программирование логики управления поливом

Напишите фрагмент кода для Arduino, который включает насос полива на 10 секунд каждые 2 часа, но только если температура воздуха ниже 30°C . Используйте функцию `millis()` для отсчёта времени без `delay()`.

Задача 6.4. Подбор блока питания

Для питания контроллера (5 В, 0,5 А), трёх датчиков (каждый 5 В, 0,1 А) и двух электромагнитных клапанов (24 В, 0,2 А) требуется блок питания. Определите необходимую мощность и напряжение. Какой блок питания вы выберете (одноканальный или многоканальный)? Предложите схему подключения.

Задача 6.5. Расчёт заземляющего устройства

Для защиты электрооборудования необходимо заземление с сопротивлением не более 4 Ом. Грунт – суглинок с удельным сопротивлением 100 Ом·м. Используются вертикальные заземлители из стального уголка 50×50×5 мм длиной 2,5 м. Рассчитайте сопротивление одного заземлителя. Определите необходимое количество заземлителей при коэффициенте экранирования 0,7. Предложите схему их размещения.

Задача 7.1. Расчёт производительности насоса для капельного полива

Участок имеет 500 растений, каждое с капельницей 2 л/ч. Длина магистрали – 50 м, диаметр – 32 мм (внутренний 26 мм). Высота подъёма – 3 м. Потери в фильтре – 3 м, местные потери – 20% от потерь по длине. Определите общий расход, потери напора (используйте таблицу: для расхода 1 м³/ч потери 0,12 м/м, для 0,5 м³/ч – 0,04 м/м). Подберите насос.

Задача 7.2. Расчёт времени заполнения в системе Ebb & Flow

Лоток для затопления имеет размеры 1,2×0,8×0,15 м. Насос подаёт 60 л/мин. Рассчитайте время заполнения лотка до уровня 10 см (объём воды). Если цикл затопления должен длиться 10 минут (включая заполнение, паузу и слив), определите, сколько времени раствор будет находиться в контакте с корнями, если слив занимает 3 минуты.

Задача 7.3. Выбор диаметра трубы для NFT

Для NFT-системы с расходом 3 м³/ч необходимо выбрать диаметр магистральной трубы так, чтобы скорость потока не превышала 1,5 м/с. Рассчитайте минимальный внутренний диаметр. Какой стандартный диаметр ПНД трубы вы выберете (25, 32, 40, 50 мм)? Проверьте фактическую скорость.

Задача 7.4. Расчёт гидравлических потерь в системе с несколькими каналами

Имеется 20 каналов NFT, каждый длиной 12 м, с расходом 1,2 л/мин. Питающий коллектор – труба 40 мм длиной 10 м. Потери на трение для коллектора: при расходе 24 л/мин (0,4 л/с) и диаметре 40 мм потери составляют 0,05 м/м. Рассчитайте потери в коллекторе. Определите общий напор насоса, если геометрическая высота 2 м, потери в фильтре 3 м, давление на входе в каналы не требуется. Коэффициент местных сопротивлений принять 0,3 от потерь по длине.

Задача 7.5. Оценка неравномерности расхода по каналам

В NFT-установке с 10 каналами при суммарном расходе 15 л/мин измерены расходы: 1,2; 1,3; 1,1; 1,4; 1,2; 1,3; 1,2; 1,1; 1,5; 1,2 л/мин. Рассчитайте средний расход, максимальное отклонение от среднего в процентах. Соответствует ли это допустимой неравномерности (обычно ±10%)? Какие меры можно принять для выравнивания?

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

Л1.1 Ториков В. Е., Мельникова О. В., Осипов А. А. Пищевая ценность, хранение, переработка и стандартизация плодоовощной продукции и картофеля [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 248 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/179007>

Л1.2 Исаев А. П., Кожевникова Н. Г., Ещин А. В. Гидравлика [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2025. - 420 с. – Режим доступа: <https://znanium.ru/catalog/document?id=457311>

Л1.3 Волькенштейн М. В. Биофизика [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Специалист. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 596 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/465098>

Л1.4 Золкин А. Л., Кузьмин А. М., Хабибуллин Ф. Ф. Алгоритмизация и проектирование технологических процессов управления микроклиматом агрокомплексов [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Аспирантура. - Москва: Русайнс, 2025. - 179 с. – Режим доступа: <https://book.ru/book/957796>

дополнительная

Л2.1 Галдина Т. Е. Инновационные технологии выращивания декоративных растений [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат. - Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2013. - 188 с. – Режим доступа: <http://new.znaniium.com/go.php?id=858243>

Л2.2 Кокорин Системы и оборудование для создания микроклимата помещений [Электронный ресурс]:Учебник для СПО. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 218 с. – Режим доступа: <http://new.znaniium.com/go.php?id=988125>

Л2.3 Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]:учеб. пособие для СПО. - Москва: Издательство "ФОРУМ", 2020. - 224 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/document?id=362810>

Л2.4 Водовозов А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 168 с. – Режим доступа: <https://znaniium.com/catalog/document?id=417408>

Л2.5 Асалиев А. И., Беловолова А. А. Физиология и биохимия растений:учеб. пособие для студентов по агроном. специальностям. - Ставрополь: АГРУС, 2006. - 136 с.

Л2.6 Войсковой А. И., Зубов А. Е., Гурская О. А. Хранение и оценка качества зерна и семян:учеб. пособие по агроном. специальностям. - М.: Колос, 2008. - 148 с.

Л2.7 Гридчин А. В. Микродатчики и микросистемы [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 184 с. – Режим доступа: <https://znaniium.com/catalog/document?id=433307>

Л2.8 Кузнецов Ю. В., Никифоров А. Г. Гидравлика в агропромышленном комплексе [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 220 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/433952>

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Дайнеко В. А., Забелло Е. П., Прищепова Е. М. Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Минск: Новое знание, 2014. - 333 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49457

Л3.2 Саленко Е. А., Есаулко А. Н., Сигида М. С., Агеев В. В., Коростылев С. А., Голосной Е. В., Лобанкова О. Ю., Гречишкина Ю. И., Беловолова А. А., Воскобойников А. В., Подколзин А. И., Сычев В. Г., Куценко А. А., Ожередова А. Ю., Громова Н. В. Питание и удобрение плодово-ягодных культур:учеб. пособие по направлению 19.03.02 "Продукты питания из растит. сырья". - Ставрополь: АГРУС, 2018. - 3,46 МБ

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	City Farmer : [сайт]. – URL: https://city-farmer.ru/ (дата обращения: 12.03.2026). – Текст : электронный.	https://city-farmer.ru/
2	Блог Агроаспект Плюс о городских фермах // Агроаспект Плюс : [сайт]. – URL: https://agroaspectplus.ru/blog (дата обращения: 12.03.2026). – Текст : электронный.	https://agroaspectplus.ru/blog
3	Блог // CityFarmer.Garden : [сайт]. – URL: https://cityfarmer.garden/blog (дата обращения: 12.03.2026). – Текст : электронный.	https://cityfarmer.garden/blog

4	Сити-ферма: майним зелень в подвале / Дмитрий // Habr : [сайт]. – 2023. – 12 окт. – URL: https://habr.com/ru/companies/wirenboard/articles/766876 / (дата обращения: 12.03.2026). – Текст : электронный.	https://habr.com/ru/companies/wirenboard/articles/766876/
---	---	---

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СИТИ-ФЕРМЕРСТВЕ»

ВВЕДЕНИЕ

Современное аграрное производство переживает период беспрецедентной технологической трансформации. Традиционные представления о сельском хозяйстве как о деятельности, неразрывно связанной с открытым грунтом и сезонными циклами, уступают место новым парадигмам. Одной из наиболее ярких и динамично развивающихся тенденций является сити-фермерство — концепция переноса сельскохозяйственного производства в городскую среду с использованием полностью контролируемых условий. Дисциплина «Инженерные системы и технологии в сити-фермерстве» занимает ключевое место в подготовке бакалавров по направлению «Агроинженерия», поскольку именно она формирует у будущих специалистов системное понимание принципов проектирования, создания и эксплуатации высокотехнологичных агропромышленных комплексов закрытого типа.

Настоящие методические указания разработаны с целью оказания помощи обучающимся в эффективном освоении теоретического материала и приобретении необходимых практических навыков, предусмотренных рабочей программой дисциплины. В них изложены рекомендации по работе с лекционным курсом, подготовке к практическим занятиям, выполнению самостоятельной работы, а также разъяснены критерии оценивания и особенности подготовки к итоговой аттестации. Следование данным рекомендациям позволит обучающимся выстроить индивидуальную траекторию изучения дисциплины, рационально распределить временные ресурсы и достичь высоких результатов в освоении профессиональных компетенций.

РАЗДЕЛ 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Дисциплина «Инженерные системы и технологии в сити-фермерстве» относится к вариативной части профессионального цикла и изучается на втором курсе, когда обучающиеся уже овладели базовыми знаниями в области высшей математики, физики, химии, теоретической механики и электротехники. Она логически завершает формирование фундаментальных инженерных представлений и одновременно служит основой для последующего изучения специальных дисциплин, связанных с автоматизацией технологических процессов, роботизацией и электрооборудованием в агропромышленном комплексе.

Значение дисциплины для профессиональной подготовки агроинженера трудно переоценить. Современный рынок труда предъявляет высокие требования к выпускникам технических направлений, занятым в аграрном секторе. Работодатели ожидают от молодых специалистов не просто владения набором теоретических знаний, но и способности решать комплексные задачи на стыке нескольких областей — агрономии, гидравлики, электротехники, автоматики, экономики и экологии. Именно такие междисциплинарные компетенции формируются в процессе освоения данной дисциплины. Обучающийся учится понимать физиологию растения как основу для инженерного проектирования, рассчитывать гидравлические системы полива, подбирать электрооборудование и аппараты защиты, программировать контроллеры для автоматизации процессов, оценивать экономическую эффективность проектов и соблюдать требования безопасности. Все эти навыки являются критически важными для успешной карьеры в области создания и эксплуатации сити-ферм, тепличных комплексов и других объектов защищенного грунта.

Освоение дисциплины способствует формированию у обучающегося системного инженерного мышления, позволяющего рассматривать любой технологический процесс или техническое устройство не изолированно, а во взаимосвязи с другими элементами сложной системы «растение-среда-оборудование-человек». Такой подход является основой для принятия эффективных и безопасных инженерных решений в будущей профессиональной деятельности.

РАЗДЕЛ 2. СТРУКТУРА И ЛОГИКА ПОСТРОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «Инженерные системы и технологии в сити-фермерстве» построена по модульному принципу, обеспечивающему логическую последовательность изложения материала и постепенное усложнение рассматриваемых вопросов. Первый раздел посвящен агробиологическим основам выращивания растений в контролируемой среде. Здесь рассматриваются фенологические фазы развития растений, фотосинтез как технологический процесс, параметры микроклимата и их влияние на рост и развитие культур. Особое внимание уделяется понятию стресса растений и методам автоматизированной диагностики. Изучение этого раздела позволяет сформировать у обучающегося понимание того, для чего именно необходимо создавать те или иные инженерные системы, и каковы должны быть их целевые показатели.

Второй раздел знакомит обучающихся с основными технологиями выращивания и принципами проектирования гидропонных, аэропонных и аквапонных установок. Проводится сравнительный анализ различных методов, обсуждаются их достоинства и недостатки, а также области коммерческого применения. Ключевым элементом этого раздела является изучение структуры технологической карты выращивания как основного документа, регламентирующего весь производственный цикл и служащего техническим заданием для проектирования инженерных систем.

Третий раздел является центральным с точки зрения формирования профессиональных инженерных компетенций. Он посвящен проектированию конкретных систем: вентиляции и кондиционирования, увлажнения и подачи углекислого газа, растворных узлов и дренажных систем, а также систем автоматического полива. В этом разделе обучающиеся осваивают методики гидравлических расчетов, расчетов теплового и влажностного баланса, учатся подбирать насосное оборудование, вентиляторы, калориферы, увлажнители и другую технику. Изучение данного раздела тесно связано с выполнением практических расчетных заданий.

Четвертый раздел выводит подготовку на новый уровень, объединяя знания, полученные при изучении предыдущих разделов, в единую автоматизированную систему управления технологическим процессом. Здесь рассматриваются вопросы электромонтажа, устройства электрощитов, выбора аппаратов защиты и сечений кабелей, построения архитектуры АСУ ТП, а также основы программирования контроллеров на базе Arduino. Обучающиеся знакомятся с протоколами связи, типами датчиков и исполнительных механизмов, а также с принципами разработки алгоритмов управления.

Заключительный, пятый раздел, посвящен вопросам, без которых невозможна успешная реализация любого инженерного проекта. Речь идет об охране труда и технике безопасности при эксплуатации сити-ферм, экологических нормах обращения с отходами, правовых формах организации предпринимательской деятельности и стандартах сертификации продукции. Важное место в этом разделе занимает изучение методик технико-экономического обоснования проектов, расчета капитальных и операционных затрат, определения точки безубыточности и срока окупаемости. Завершается курс рассмотрением концепции агроурбанизации и интеграции сити-ферм в инфраструктуру «умного города». Таким образом, логика построения дисциплины последовательно ведет обучающегося от понимания биологических основ к инженерной реализации, а затем к вопросам автоматизации, экономики и безопасности, формируя целостное представление о процессе создания и эксплуатации современных агроинженерных комплексов.

РАЗДЕЛ 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛЕКЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ

Лекционные занятия являются важнейшей формой учебного процесса, в ходе которой происходит систематизированное изложение теоретических основ дисциплины. Эффективность усвоения лекционного материала во многом зависит от правильной организации работы обучающегося на лекции и после нее.

Подготовка к лекции должна начинаться с ознакомления с ее темой и планом, которые сообщаются преподавателем заранее. Полезно просмотреть конспект предыдущей лекции, чтобы восстановить логическую связь между темами. Это позволит лучше ориентироваться в новом материале и задавать уточняющие вопросы.

Во время лекции необходимо вести конспект. Не следует стремиться к дословной записи всего текста лекции — это отвлекает от понимания и осмысления материала. Рекомендуется записывать основные положения, определения, классификации, формулы, схемы и выводы. Важно

фиксировать приводимые преподавателем примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Для лучшей структуризации материала можно использовать сокращения, выделять ключевые моменты цветом или подчеркиванием, оставлять поля для пометок и вопросов, возникающих по ходу лекции.

Особое внимание следует уделять пониманию физической сущности рассматриваемых процессов. Например, при изучении фотосинтеза важно не просто запомнить, что он делится на световую и темновую фазы, но и понять, что происходит на каждой из них, какова роль фотонов, воды и углекислого газа, какова взаимосвязь между интенсивностью света и концентрацией CO_2 . При изучении VPD (дефицита давления паров) необходимо осознать, почему этот параметр является более информативным, чем относительная влажность, и как он влияет на транспирацию и фотосинтез. Только понимание физической сути позволит в дальнейшем грамотно проектировать инженерные системы, предназначенные для управления этими процессами.

После лекции необходимо в тот же день или на следующий день прочитать свои записи, восстановить общую картину, при необходимости дополнить их, пользуясь рекомендованной литературой. Если какие-то вопросы остались неясными, их следует зафиксировать и задать преподавателю на ближайшем практическом занятии или во время консультации. Систематическая работа с конспектами лекций является основой успешной подготовки к практическим занятиям, тестированию и итоговой аттестации.

РАЗДЕЛ 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия по дисциплине «Инженерные системы и технологии в сити-фермерстве» играют ключевую роль в формировании профессиональных компетенций. Их цель — закрепить теоретические знания, полученные на лекциях, и приобрести практические навыки расчетов, проектирования и программирования, необходимые в будущей инженерной деятельности.

Подготовка к практическому занятию должна начинаться с изучения его темы и цели. Необходимо повторить соответствующий лекционный материал, обратив особое внимание на определения, формулы и методики расчетов, которые будут использоваться. Полезно ознакомиться с описанием работы в методических указаниях, чтобы понимать последовательность действий и ожидаемые результаты. Если задание требует предварительного сбора исходных данных или выполнения части расчетов, это необходимо сделать до начала занятия.

В ходе практического занятия обучающимся предстоит работать в малых группах, что имитирует работу инженерного бюро. Важно активно участвовать в обсуждении, предлагать свои варианты решений, аргументировать свою точку зрения. При выполнении расчетных заданий следует быть внимательным к единицам измерения и правильно применять формулы. Рекомендуется проверять полученные результаты на правдоподобность, сравнивая их с ориентировочными значениями из справочной литературы или с интуитивными ожиданиями. Например, рассчитанный напор насоса не должен составлять сотни метров, а плотность фотонного потока (PPFD) для салата не может равняться тысячам микромолей.

Особое значение имеет работа с лабораторным оборудованием и измерительными приборами. При подключении датчиков к микроконтроллеру Arduino необходимо строго соблюдать полярность и схемы подключения, чтобы избежать выхода оборудования из строя. При проведении измерений следует добиваться стабильности показаний и при необходимости проводить усреднение. Важно фиксировать все полученные данные в рабочей тетради для последующего анализа и составления отчета.

По окончании практического занятия каждая группа должна оформить отчет, содержащий цель работы, исходные данные, ход выполнения, результаты расчетов или экспериментов, а также выводы. Выводы должны отражать не просто констатацию фактов, а анализ полученных результатов и их связь с теоретическими положениями. Например, в выводах по работе с расчетом освещения следует указать, как рассчитанное значение PPFD соотносится с потребностью культуры и почему использование дешевых светодиодных лент оказалось неэффективным. Защита отчета перед преподавателем является обязательным элементом контроля и позволяет оценить глубину понимания материала.

РАЗДЕЛ 5. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью образовательного

процесса, направленной на систематизацию, углубление и закрепление знаний, формирование умений и навыков самостоятельного поиска и анализа информации, а также подготовку к текущей и итоговой аттестации. Объем времени, отводимый на самостоятельную работу по дисциплине, значителен, что требует от обучающегося умения планировать свою деятельность и рационально распределять нагрузку.

Основными видами самостоятельной работы являются: изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе; подготовка к практическим занятиям, включая выполнение домашних расчетных заданий; решение кейс-задач; выполнение реферата по выбранной теме; подготовка к тестированию и зачету.

При изучении теоретического материала не следует ограничиваться только конспектами лекций. Необходимо обращаться к учебникам и учебным пособиям, указанным в списке литературы, а также к современным научным статьям и технической документации. Это позволит получить более полное и глубокое понимание рассматриваемых вопросов, а также познакомиться с различными точками зрения и современными тенденциями развития технологий.

Подготовка к практическим занятиям должна носить систематический характер. Рекомендуется сразу после лекции знакомиться с заданием к предстоящему практическому занятию, чтобы выявить вопросы, требующие дополнительного изучения. Выполнение домашних расчетов следует проводить аккуратно, с обязательной проверкой единиц измерения и анализом полученных результатов.

Решение кейс-задач требует от обучающегося умения применять теоретические знания для анализа конкретной производственной ситуации. При решении кейса необходимо внимательно изучить условие, выявить проблему, определить возможные причины ее возникновения, предложить пути решения и обосновать их с технической и экономической точек зрения. Ответ должен быть четким, аргументированным и содержать ссылки на изученный теоретический материал или нормативные документы.

Выполнение реферата является результатом самостоятельного исследования обучающегося по одной из предложенных тем. Этот вид работы требует серьезного подхода к подбору и анализу литературы, умения структурировать материал, формулировать собственные выводы и оформлять работу в соответствии с требованиями ГОСТ. Темы рефератов охватывают широкий круг вопросов — от анализа влияния спектра освещения на фотоморфогенез до технико-экономического обоснования проектов сити-ферм и их интеграции в инфраструктуру умного города.

РАЗДЕЛ 6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Успешное освоение дисциплины невозможно без систематической работы с учебной литературой и информационными источниками. Рекомендованный список литературы включает как классические учебники по физиологии растений, гидравлике, электротехнике и автоматике, так и современные издания, посвященные непосредственно технологиям сити-фермерства.

При работе с учебной литературой следует придерживаться определенной последовательности. Начинать изучение темы рекомендуется с конспекта лекций, а затем переходить к более подробному рассмотрению вопросов в учебниках и учебных пособиях. При чтении важно выделять главное, фиксировать ключевые определения, формулы и выводы. Не стоит ограничиваться только основной литературой; полезно обращаться к дополнительным источникам, таким как монографии, научные статьи, материалы конференций, технические отчеты производителей оборудования.

Особую ценность для обучающихся представляют профессиональные базы данных и информационно-справочные системы. Доступ к ним осуществляется через библиотеку университета. Рекомендуется использовать ресурсы научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU для поиска актуальных статей по тематике сити-фермерства. При наличии доступа к международным базам Scopus и Web of Science можно ознакомиться с передовым зарубежным опытом в области автоматизации и роботизации тепличных комплексов.

Важным источником информации являются сайты производителей оборудования. Изучая технические характеристики светильников, насосов, датчиков, контроллеров, представленные в каталогах и на официальных сайтах, обучающийся учится ориентироваться в современном рынке и обоснованно выбирать оборудование для своих проектов. Также полезно посещать

профессиональные форумы и сообщества, где специалисты делятся практическим опытом эксплуатации сити-ферм.

При работе с любыми информационными источниками, особенно найденными в сети Интернет, необходимо критически оценивать их достоверность. Следует обращать внимание на авторитетность автора или организации, публикующей информацию, дату публикации, наличие ссылок на первоисточники. Информация из непроверенных источников может быть устаревшей или недостоверной, что приведет к ошибкам в расчетах и проектировании.

РАЗДЕЛ 7. ПОДГОТОВКА К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ УСПЕВАЕМОСТИ

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется в различных формах: устный опрос на практических занятиях, проверка выполнения расчетных заданий, защита отчетов по практическим работам, решение кейс-задач, защита реферата, тестирование. Все формы контроля направлены на проверку степени усвоения теоретического материала и сформированности практических навыков.

Устный опрос на практическом занятии предполагает умение обучающегося дать четкий и аргументированный ответ на вопрос преподавателя по теме занятия. При подготовке к опросу необходимо повторить ключевые определения, формулы и методики, изученные на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Выполнение расчетных заданий требует не только правильного применения формул, но и аккуратного оформления, а также умения интерпретировать полученные результаты. При проверке заданий преподаватель обращает внимание на логику расчетов, обоснованность выбора методики и корректность выводов.

Защита отчетов по практическим работам проводится в форме собеседования, в ходе которого обучающийся должен продемонстрировать понимание цели работы, хода ее выполнения и полученных результатов. Важно быть готовым ответить на вопросы о физической сущности изучаемых процессов, о возможных источниках погрешностей и о практическом применении полученных знаний.

Решение кейс-задач оценивается по полноте анализа ситуации, обоснованности предложенного решения и его соответствию теоретическим положениям и нормативным требованиям.

Защита реферата предполагает краткое изложение основного содержания работы, представление собственных выводов и ответы на вопросы аудитории и преподавателя.

Тестирование проводится по завершении изучения отдельных разделов или всего курса. Для успешного прохождения тестирования необходимо систематически повторять материал, уделяя особое внимание ключевым определениям, классификациям, формулам и алгоритмам.

РАЗДЕЛ 8. ПОДГОТОВКА К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Итоговой формой контроля по дисциплине «Инженерные системы и технологии в сити-фермерстве» является зачет, который может проводиться в форме тестирования или собеседования по билетам. Цель зачета — оценить уровень сформированности компетенций, предусмотренных рабочей программой.

Подготовка к зачету должна начинаться задолго до его начала и носить систематический характер. Наиболее эффективным является регулярное повторение материала после каждой лекции и практического занятия. Непосредственно в период подготовки к зачету рекомендуется составить план повторения, охватывающий все разделы дисциплины.

При подготовке особое внимание следует уделить следующим аспектам: ключевые определения и понятия; физическая сущность процессов; формулы и методики расчетов; классификации и сравнительный анализ технологий; принципиальные схемы и алгоритмы; нормативные требования и правила безопасности; методы экономической оценки.

Полезно использовать перечень вопросов для самопроверки, приведенный в рабочей программе или методических указаниях. При ответе на каждый вопрос следует стремиться к максимально полному и структурированному изложению, включая формулировку определения, перечисление ключевых свойств или этапов, приведение примеров.

При подготовке к зачету в форме тестирования рекомендуется ознакомиться с примерами тестовых заданий, представленных в фонде оценочных средств. Это позволит понять структуру теста и типы вопросов. При решении тестов важно внимательно читать вопросы и все варианты

ответов, избегая поспешных выводов.

В случае возникновения трудностей при подготовке к зачету обучающийся имеет право обратиться за консультацией к преподавателю. Консультации проводятся по расписанию, утвержденному кафедрой. На консультации можно получить разъяснения по наиболее сложным вопросам, а также рекомендации по литературе и источникам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисциплина «Инженерные системы и технологии в сити-фермерстве» представляет собой комплексный курс, требующий от обучающегося систематической и целенаправленной работы на протяжении всего семестра. Успешное освоение дисциплины возможно только при условии активной работы на лекционных и практических занятиях, добросовестного выполнения всех видов самостоятельной работы, использования рекомендованной литературы и информационных источников.

Следование изложенным в настоящих методических указаниях рекомендациям поможет обучающимся рационально организовать свою учебную деятельность, глубоко усвоить теоретический материал, приобрести необходимые практические навыки и успешно пройти итоговую аттестацию.

Сформированные в процессе изучения дисциплины компетенции станут надежной основой для дальнейшего профессионального роста и успешной карьеры в одной из наиболее перспективных и динамично развивающихся областей современного агропромышленного комплекса.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Kaspersky Total Security - Антивирус
2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Total Security - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитор ии	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
-------	---	------------------	---

1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	206/ЭЭ Ф	Оснащение: специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1 шт., телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1 шт, учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		
		309/ЭЭ Ф	Специализированная мебель на 20 посадочных мест, Плазм. Панель Panasonic – 1 шт, Шкаф ШР – 20 шт, Стенд МИИСП – 1 шт, Фазорегулятор ФР-52Р – 2 шт, 4 АМН 180 М8У3 Электродвигатель – 1 шт, Электроприводы с двигателем ПС-53 – 2 шт, Фазорегулятор – 3 шт, Осциллограф С1-83 – 1 шт, МТКФ-012-6 – 1 шт, Доска аудиторная – 1 шт, Вентилятор ВО-0,6-300 – 1 шт, ВА 132 С8 – 1 шт, ноутбук Подключение к сети «Интернет», информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Сити-фермерство» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 813).

Автор (ы)

_____ доц. , ктн Деведёркин И.В.

Рецензенты

_____ доц. , ктн Антонов С.Н.

_____ доц. , ктн Коноплев Е.В.

Рабочая программа дисциплины «Сити-фермерство» рассмотрена на заседании Кафедра электрооборудования и энергообеспечения АПК протокол № 7 от 03.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Заведующий кафедрой _____ Никитенко Геннадий Владимирович

Рабочая программа дисциплины «Сити-фермерство» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 7 от 17.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Руководитель ОП _____