

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о заявителе: ФИО: Шитикова Александра Васильевна



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ

ФЕДЕРАЦИИ

ДОЛЖНОСТЬ ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ

Дата подписания: 23.01.2026 11:16:76

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии
Кафедра физиологии растений



“28” августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.05 Основы Сити-фермерства

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 35.03.04 Агрономия

Направленность: Агробизнес, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Защита растений и фитосанитарный контроль

Курс 3

Семестр 5, 6

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчик: Анисимов А.А., к.б.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«28» августа 2025г.

Ларикова Ю.С., к.б.н., доцент

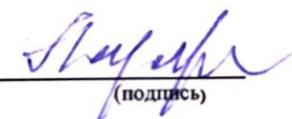
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«28» августа 2025г.

Рецензент: Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«28» августа 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия.

Программа обсуждена на заседании кафедры Физиологии растений протокол № 11 от «28» августа 2025г.

И.о. зав. кафедрой: Ларикова Ю.С., к.б.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«28» августа 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Агробиотехнологии Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор



(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	21
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	30
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	32
7.1 Основная литература	32
7.2 Дополнительная литература.....	32
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	33
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	33
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	34
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
Виды и формы отработки пропущенных занятий	35
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	35

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины «Основы сити-фермерства» для подготовки бакалавра по направлению 35.03.04 Агрономия, направленности Агробизнес, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, защита растений и фитосанитарный контроль

Цель освоения дисциплины: создание и обслуживание удобных в эксплуатации, в том числе - в городских условиях, установок для выращивания агрокультур с использованием гидро- и аэропонных систем.

Место дисциплины в учебном плане: Дисциплина «Сити-фермерство» включена в обязательную часть учебного плана по направлению 35.03.04 Агрономия

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие индикаторы компетенций:

ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина состоит из тесно взаимосвязанных разделов, представляющих структурно-функциональную организацию и энергетику растения, водный обмен и корневое питание, онтогенез и адаптацию растений к условиям окружающей среды. Последовательное и систематическое изучение дисциплины обеспечит знания процессов жизнедеятельности растения, их взаимосвязь, значение и возможность регулирования с целью получения стабильных урожаев высокого качества.

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 7 зач.ед. (часов).

Промежуточный контроль - экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы сити-фермерства» является формирование знаний и навыков по физиологическим основам растений и формированию урожая в технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Сити-фермерство» включена обязательный перечень дисциплин учебного плана основной части.

Дисциплина «Физиология и биохимия растений» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и Учебного плана по направлению 35.03.04 Агрономия

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физиология и биохимия растений» являются: Физиология и биохимия растений «Химия»; «Математика», «Ботаника».

Дисциплина «Физиология и биохимия растений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Физика», «Микробиология», «Сельскохозяйственная экология», «Растениеводство», «Фитопатология», «Энтомология и защита растений», «Технология хранения

Б1.В.01.05 «Основы сити-фермерства» для подготовки бакалавра по направлению 35.03.04 Агрономия, направленности Агробизнес, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, защита растений и фитосанитарный контроль

продукции растениеводства», «Технология переработки продукции растениеводства», «Биохимия сельскохозяйственной продукции».

Особенностью дисциплины является то, что совершаются профессиональные компетенции, необходимые для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации: освоение теоретических знаний и практических навыков по вопросам разработки и эксплуатации научноемких высокотехнологичных систем интенсивного культивирования растений закрытого типа вертикальная теплица (фабрика растений), включая инженерно-технический, биологический и логистический блоки.

Рабочая программа дисциплины «Основы Сити-фермерства» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часа), их распределение по видам работ по семестру представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компете- нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности.	принципы воздействия на растительный организм основных физиологических факторов (солнечной радиации, температуры, обеспеченности влагой и т.д.), биотических факторов (фитопатогенов, конкуренции за факторы среды), характер изменения хода физиологических процессов и химического состава урожая при их неблагоприятном	реально оценивать и прогнозировать специфику воздействия каждого физического и биотического фактора; его эффект на ростовые процессы и формирование величины и качества урожая; возможность успешного хранения и технологической переработки	методами физического, химического, биотехнологического анализа хода физиологических процессов у растений, ответственных за формирование биологического качества урожая; методами статистической обработки данных, приемами работы на современных аналитических приборах и оборудовании

			воздействии на растения		
		ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции	потребность и роль сельскохозяйственной продукции в питании населения страны, её биологическую ценность для всех слоёв общества, важность её своевременной и качественной переработки в связи с физиологической и уборочной спелостью, зависимость количества перерабатываемой сельскохозяйственной продукции от уровня производства в том или ином регионе страны.	правильно оценивать потенциальные возможности производства сельскохозяйственной продукции с целью её переработки. Уметь предвидеть изменения в её качестве в связи со сменой регионов - поставщиков сельскохозяйственной продукции и влиянием погодных и климатических условий на рост, развитие растений, формирование ими урожая и его биологического качества.	навыками использования любой информации, касающейся приёмов воздействия на количество и качество производимой сельскохозяйственной продукции, способностью анализировать возникающие производственные и экологические проблемы, которые могут отразиться на физиологических процессах, протекающих в растениях, на способности к сохранению и переработке урожая полевых, овощных

					и плодовых культур.
		ОПК-1.3 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности	современные достижения и перспективы развития знаний в области формирования качества урожая, опыт их использования	ориентироваться в потоке информации в области формирования качества урожая и использование опыта	навыками работы с научной отечественной и зарубежной литературой по тематике исследований

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестру	
		№ 5	6
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	108
1. Контактная работа:	48,35	48,35	
Аудиторная работа	48,35	48,35	
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	32	32	
практические занятия (ПЗ)	32	32	60
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35	
2. Самостоятельная работа (СРС)	59,65	59,65	
контрольная работа	3	3	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам и т.д.)	47,65	47,65	
Подготовка к зачету	18	9	9
Вид промежуточного контроля:		зачет	
Вид промежуточного контроля			зачет
Вид промежуточного контроля			экзамен

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Введение	2	2	-	-	-	-
Раздел 1 системы интенсивного культивирования растений	14	2	2	2	-	8
Раздел 2 Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц.	12	2	1	1	-	8
Раздел 3 Физиологические основы регулирования производственного процесса растений в вертикальных теплицах	17	2	4	2	-	8
Контактная работа на промежуточном контроле	0,35				0,35	-
Всего за 5 семестр	108	32	16	16	0,35	59,65
Всего за 6 семестр	108	32	16	16	0,35	59,65
Текущий контроль	экзамен		36			
Итого по дисциплине	252					

Введение

Предмет, методы, задачи, проблемы современного сити-фермерства. Определение сити-фермерства, место среди других биологических дисциплин, задачи и проблемы для решения. Связь сити-фермерства с технологическими дисциплинами. Физиологические процессы и качество сельскохозяйственной продукции.

Раздел 1 Системы интенсивного культивирования растений

Тема 1. Классификация и особенности систем интенсивного культивирования растений.

Системы интенсивного культивирования растений – теоретические разработки и практические воплощения. Развитие защищенного грунта, классификация типов сооружений. Фабрики растений и технологии глобального прорыва. Принципы и физиологические основы регулирования производственного процесса на фабриках растений.

Тема 2. Новые возможности управления производственным процессом у растений в вертикальных теплицах.

Основные технологии культивирования растений в вертикальных теплицах, их недостатки и преимущества, перспективы использования для эффективного решения задач производства биомассы и целевых функциональных соединений. Сопроводительная и нормативная документация.

Программно-аппаратные средства управления. Управление процессами.

Технологическое оснащение современных фабрик растений (конструктив, материальная часть и программное обеспечение).

Тема 3. Использование информационных технологий в сити-фермерстве

Использование систем компьютерного зрения, машинного обучения и искусственного интеллекта в управлении вертикальной теплицей. Визуальная морфо-физиологический анализ и оценка жизнеспособности высших растений с помощью специализированного сенсорного оборудования и программного обеспечения, техника высокопроизводительного фенотипирования, методы анализа изображений на базе подходов компьютерного зрения и машинного обучения. Компьютерные программы на основе свёрточной нейронной сети.

Раздел 2 Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц

Тема 1. Светотехническое оборудование в вертикальных теплицах

Основные понятия и единицы измерения, используемые в светотехнике.

Интеграл суточной радиации и световое довольствие растений. Эволюция источников облучения для светокультуры. Проектно-планировочные работы и расчет светотехнического оборудования при организации светокультуры.

Тема 2. Применение гидропонных и аэропонных установок в вертикальных теплицах

Корнеобитаемая среда: аэропоника, гидропоника, аквапоника, микропоника.

Основные субстраты.

Разновидности гидропоники: система периодического затопления, техника питательного слоя /NFT, фитильная система, система капельного полива
Требования к питательным растворам, контроль основных параметров и их коррекция в ходе выращивания культуры.

Тема 3. Автоматизация процессов выращивания растений в вертикальных теплицах. Оборудование теплиц установками автоматического полива, камерами для измерения фенотипических параметров.

Использование контроллеров и других исполнительных устройств. Управление контроллером с ПК

Использование компьютерного зрения и машинного обучения для создания системы виртуальной сити-фермы, управляющей производственным процессом в реальной теплице на основе искусственного интеллекта (самообучающаяся закрытая система интенсивного культивирования растений нового поколения).

Модуль 1 Общие представления о системах интенсивного культивирования растений

Тема 1. Классификация и особенности систем интенсивного культивирования растений	Системы интенсивного культивирования растений – теоретические разработки и практические воплощения. Развитие защищенного грунта, классификация типов сооружений. Фабрики растений и технологии глобального прорыва. Принципы и физиологические основы регулирования производственного процесса на фабриках растений.
Тема 2. Новые возможности управления производственным процессом у растений в вертикальных теплицах.	Основные технологии культивирования растений в вертикальных теплицах, их недостатки и преимущества, перспективы использования для эффективного решения задач производства биомассы и целевых функциональных соединений. Сопроводительная и нормативная документация. Программно-аппаратные средства управления. Управление процессами. Технологическое оснащение современных фабрик растений (конструктив, материальная часть и программное обеспечение).
Тема 3. Использование	Использование систем компьютерного зрения, машинного обучения и искусственного

информационных технологий в сити-фермерстве	интеллекта в управлении вертикальной теплицей. Визуальный морфо-физиологический анализ и оценка жизнеспособности высших растений с помощью специализированного сенсорного оборудования и программного обеспечения, техника высокопроизводительного фенотипирования, методы анализа изображений на базе подходов компьютерного зрения и машинного обучения. Компьютерные программы на основе свёрточной нейронной сети.
Практические занятия (семинары)	Инженерное оборудование вертикальной теплицы. Основные конструктивные элементы. Технологическое оборудование.
Самостоятельная работа	Анализ факторов среды обитания растений, регулируемых в условиях сити-фермы и методы поддержания микроклимата.
Используемые образовательные технологии	Разбор конкретных ситуаций. Просмотр учебного фильма. Проектная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов. Экспериментальная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов.
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы	<p>1. Журавлева Л.А. Сити-фермерство как перспективное направление развития агропроизводства. – М., Русайнс, 2021, 160 с.</p> <p>2. Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Современная литература по физиологии и биохимии растений. – М.: Издательство РГФУ-МСХА, 2013. – 39 с.</p> <p>3. Справочник терминов и понятий по физиологии и биохимии растений / под ред. проф. М.Н. Кондратьева. – М.: РГАУ- МСХА, 2007.</p> <p>4. Тексье У. Гидропоника для всех. Выращивание растений. Все о садоводстве на дому. М., 2013.</p> <p>5. LED Lighting for Urban Agriculture. Eds/ T/ Kozai, K. Fujivara, E. Runkle. Singapore: Springer, 2016.</p> <p>6. Smart Plant factory. The Next Generation Indoor Vertical Farms. T. Kozai (ed.). Singapore: Springer, 2018.</p> <p>7. Plant Factory. An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. Eds.</p>

	<p>Т.Kozai, G. Niu, M. Takagaki. London, Elsevier, 2020.</p> <p>8. High Throughput Phenotyping in Plants. Methods and Protocols. J. Normanly (Ed.). Humana Press, 2017.</p> <p>http://www.cnshb.ru ЦНСХБ (открытый доступ)</p> <p>https://www.ishs.org/news/ishs-talks-vertical-farming - семинары Международного общества научного садоводства по вертикальным теплицам (открытый доступ);</p> <p>http://www.plant-phenotyping-network.eu/ Европейская сеть по фенотипированию растений (открытый доступ)</p> <p>https://www.plant-phenotyping.org/ Международная сеть по фенотипированию растений (открытый доступ)</p> <p>www.plant-phenotyping-standards.net/index.php?index=38 Протоколы фенотипирования (открытый доступ)</p>
--	---

Модуль 2 Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц.

Тема 1 Светотехническое оборудование в вертикальных теплицах.	Основные понятия и единицы измерения, используемые в светотехнике. Интеграл суточной радиации и световое довольствие растений. Эволюция источников облучения для светокультуры. Проектно-планировочные работы и расчет светотехнического оборудования при организации светокультуры.
Тема 2. Применение гидропонных и аэропонных установок в вертикальных теплицах	Корнеобитаемая среда: аэропоника, гидропоника, аквапоника, микропоника. Основные субстраты. Разновидности гидропоники: система периодического затопления, техника питательного слоя /NFT, фитильная система, система капельного полива Требования к питательным растворам, контроль основных параметров и их коррекция в ходе выращивания культуры.
Тема 3. Автоматизация процессов выращивания растений в вертикальных теплицах.	Оборудование теплиц установками автоматического полива, камерами для измерения фенотипических параметров. Использование контроллеров и других исполнительных устройств. Управление контроллером с ПК Использование компьютерного зрения и

	машинного обучения для создания системы виртуальной сити-фермы, управляющей производственным процессом в реальной теплице на основе искусственного интеллекта (самообучающаяся закрытая система интенсивного культивирования растений нового поколения).
Практические занятия (семинары)	<p>Автоматизация и отладка системы: контроля температуры и влажности воздуха в теплице; система информирования пользователя в случаях отказа любого элемента системы или отклонении от заданного курса работы; выводить основные параметры среды и работы системы на дисплей</p> <p>Программирование контроллера:</p> <p>Участникам необходимо написать программу для Arduino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Программирование датчиков системы; - Реализовать цикл слива-полива; - Реализовать цикл освещения; - Задать возможность включения и отключения системы
Самостоятельная работа	Ознакомление с основными разработками в области сити-фермерства на сетевых ресурсах. Анализ методов высокопроизводительного фенотипирования растений и работы сканирующих устройств и датчиков состояния.
Используемые образовательные технологии	<p>Разбор конкретных ситуаций.</p> <p>Проектная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов.</p> <p>Экспериментальная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов.</p>
Модуль 3 Физиологические основы регулирования производственного процесса растений в вертикальных теплицах.	
Тема 1 Роль фотосинтеза и систем фоторегуляции в производственном процессе растений	<p>Фундаментальные исследования роли систем фоторегуляции в производственном процессе растений. Ключевые фоторецепторы – фитохромы, криптохромы и фототропины – в регуляции фотосинтеза, морфогенеза и метаболической активности в растениях в условиях разных световых режимов, включая динамические.</p> <p>Сравнительно-физиологический анализ разных морфобиотипов растений с различающимися эколого-ценотическими стратегиями. Анализ</p>

	<p>адаптивного характера ответных реакций растений на разные световые условия. Новая информация о сигнальной роли света в оптимизации продукционного процесса растений.</p> <p>Физиолого-биохимическое аспекты механизмов фоторегуляции морфогенеза и продукционного процесса (включая биосинтез целевых функциональных соединений) у разных морфобиотипов растений.</p>
<p>Тема 2. Оптимизация продукционного процесса на сити-ферме</p>	<p>Рекомендации по эффективной эксплуатации современных систем интенсивного культивирования растений (роботизированные теплицы, вертикальные фермы, широкомасштабная цифровизация - создание и практическое применение совокупности программно-аппаратных решений и роботизированных интеллектуальных технологий выращивания растений и растительных популяций в закрытых системах в процессе селекционной работы).</p> <p>Разработка технологических платформ для ускоренной селекции и создания новых перспективных линий.</p>
<p>Тема 3. Разработка смарт-технологий светокультуры растений для систем интенсивного культивирования (фабрик растений).</p>	<p>Разработка протоколов управления, обеспечивающих тонкую настройку и автоматическую коррекцию параметров освещения в процессе вегетации.</p> <p>Разработка смарт-технологий светокультуры растений, базирующихся на возможности эффективной регуляции их фотосинтетической деятельности и продукционного процесса с одной стороны, и широком использовании современных цифровых технологий (машинное обучение, искусственный интеллект, Интернет вещей).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Подготовка питательной среды:</p> <p>Для подготовки питательного раствора, с учетом вида и фазы развития растения, участникам необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизировать показания кислотно-щелочного баланса; - в соответствии с видом и фазой роста растения, внести комплекс удобрений. - оптимизировать показания

	электропроводности; Высадка растений в установку и запуск системы: - Высадить растения в установку используя предложенный субстрат; - Отрегулировать работу установки в связи с внесенными изменениями; - Продемонстрировать работу установки
Самостоятельная работа	Современные взгляды на фоторегуляцию онтогенеза у высших растений, анализ литературных данных
Используемые образовательные технологии	Разбор конкретных ситуаций. Проектная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов. Экспериментальная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов.

4.3 Лекции/практические занятия/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/ практических занятий/ лабораторных занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые индикаторы компетенций	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Введение. Раздел 1 Системы интенсивного культивирования растений		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	Тестирование, контрольная работа	8
	Тема 1 Классификация и особенности систем интенсивного культивирования растений	Лекция № 1; Введение. Лекция № 2 Основные понятия и единицы измерения, используемые в светотехнике. Интеграл суточной радиации и световое довольствие растений. Эволюция источников облучения для светокультуры. Проектно-планировочные работы и расчет светотехнического	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	-	4

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые индикаторы компетенций	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		оборудования при организации светокультуры.			
		Лабораторное занятие № 1. Влияние катионов и анионов солей на форму и время плазмолиза.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита устный опрос	1
			ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита устный опрос	0,5
		Лабораторное занятие № 3. Определение жизнеспособности семян по окрашиванию цитоплазмы.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	защита устный опрос	0,5
	Тема 2. Новые возможности управления производственным процессом у растений в вертикальных теплицах	Лекция 3. Лекция 4. Корнеобитаемая среда: аэропоника, гидропоника, аквапоника, микропоника. Основные субстраты. Разновидности гидропоники: система периодического затопления, техника питательного слоя /NFT, фитильная система, система капельного полива Требования к питательным растворам, контроль основных параметров и их коррекция в ходе выращивания культуры.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	защита устный опрос	0,5
		Практическое занятие № 5. Определение потенциального осмотического давления клеточного сока методом плазмолиза.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	0,5
		Практическое занятие № 6 «Проницаемость растительной клетки». Семинар	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Контрольная работа	1
	Раздел 2. Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц.		ОПК-1.1; ОПК-1.2	защита	4
	Тема 3. Использованная информация	Лекция № 3	ОПК-1.1; ОПК-1.2	-	2
		Лабораторное занятие № 7.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	0,5

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые индикаторы компетенций	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Тема 4. Светотехническое оборудование в вертикальных теплицах	нных технологий в сити-фермерстве	Определение состояния листьев методом инфильтрации (по Молишу).			
		Лабораторное занятие № 8. Определение интенсивности транспирации у срезанных листьев при помощи торзионных весов (по Иванову)	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос кейс-задача 1	0,5
		Практическое занятие № 9. Сравнение транспирации верхней и нижней сторон листа хлоркобальтовым методом (по Шталью).	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	0,5
		Практическое занятие № 10. Определение интенсивности транспирации и относительной транспирации при помощи технических весов.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	0,5
Раздел 3. Физиологические основы регулирования продукционного процесса растений в вертикальных теплицах.			ОПК-1.1; ОПК-1.2	тестирование	8
Тема 5. Автоматизация процессов выращивания растений в вертикальных теплицах	Тема 5. Автоматизация процессов выращивания растений в вертикальных теплицах	Лекция № 4 Фотосинтез - основа биоэнергетики растений. Лист как орган фотосинтеза. Химические и оптические свойства пигментов фотосинтеза. Уравнение фотосинтеза. Световая и темновая фазы фотосинтеза. Принципы фотосинтетического фосфорилирования	ОПК-1.1; ОПК-1.2	-	2
		Лабораторное занятие № 12. Изучение химических свойств пигментов листа.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	2
	Тема 6. Роль	Лабораторное занятие № 13.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	1

№ п/п	№ и название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые индикаторы компетенций	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	фотосинтез а и систем фоторегуля- ции в продукцио- нном процессе растений	Фотосенсибилизирующее действие хлорофилла на реакцию переноса водорода (по Гуревичу).			
		Практическое занятие № 14 Определение интенсивности фотосинтеза по поглощению углекислого газа газометрическим методом.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	тестирование	0,5
	Тема 7. Оптимиза- ция продукци- онного процесса на сити- ферме	Практическое занятие № 15. Определение содержания пигментов в листьях.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос кейс-задача 1	0,5
	Тема 8. Разработка смарт- технологий светокуль- туры растений для систем интенсивно- го культивиро- вания (фабрик растений).	Практическое занятие № 16 Определение площади листьев.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Защита устный опрос	1
	Практическое занятие № 17. «Донорно- акцепторные отношения в регуляции фотосинтеза». Семинар	ОПК-1.1; ОПК-1.2	Контрольная работа		2

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Системы интенсивного культивирования растений		
1.	Тема 1. Состав и строение растительной	Структурная и функциональная организация растительной клетки. Химический состав, структура и функции клеточной стенки.

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	клетки	Химический состав цитоплазмы. Ферменты – биологическая роль, химическая природа, принцип действия. Витамины и их роль в жизни растений (индикаторы компетенций ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3)
2.	Тема 2. Функционирование растительной клетки	Регуляция процессов жизнедеятельности на клеточном уровне. Культура клеток и тканей, использование ее в селекции, для оздоровления посадочного материала, для получения физиологически активных препаратов (индикаторы компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3)
Раздел 2. Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц		
3.	Тема 1. Роль воды и термодинамика водного обмена	Общая характеристика водного обмена растений. Свойства воды и её значение в жизни растений. Функции воды (индикаторы компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2)
4.	Тема 2. Поглощение и испарение воды растением	Двигатели водного тока в растении. Биологическое значение транспирации. Лист как орган транспирации. Строение и функционирование устьиц. Зависимость транспирации от внешних условий, её суточный ход. Применение антитранспирантов в растениеводстве. Водный баланс растения и посева. Коэффициент водопотребления сельскохозяйственных культур (индикаторы компетенция ОПК-1.1; ОПК-1.2)
Раздел 3. Физиологические основы регулирования производственного процесса растений в вертикальных теплицах		
5.	Тема 1. Структурная организация фотосинтеза	Значение и структурная организация фотосинтеза. Химический состав, структура и функции хлоропластов. Фотосинтетические пигменты (индикаторы компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2)
6.	Тема 2. Световая и темновая фазы фотосинтеза	Световая фаза фотосинтеза. Типы фиксации CO_2 растениями (C_3 -, C_4 -, CAM-фотосинтез). Значение работ К.А. Тимирязева. Химизм и энергетика фотосинтеза. Фотодыхание (индикаторы компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2)
7.	Тема 3. Экология фотосинтеза	Зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних условий. Дневная динамика и сезонные изменения фотосинтеза. Методы изучения фотосинтеза (индикаторы компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2)
8.	Тема 4. Фотосинтез и урожай	Основные показатели, характеризующие фотосинтетическую деятельность растений и посевов. Физиологические основы выращивания растений при искусственном освещении (индикаторы компетенции ОПК-1.1; ОПК-1.2)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№	Наименование используемых
---	---------------------------

п/п	Тема и форма занятия		активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Структурно-функциональная организация эукариотической клетки	Л	Лекция пресс-конференция
2.	Влияние катионов и анионов солей на форму и время плазмолиза	ЛЗ	Коллективная мыслительная деятельность при обсуждении результатов учебной исследовательской работы
3.	Определение содержания пигментов в листьях	ПЗ	Интерактивная форма обсуждения результатов учебной исследовательской работы
4.	Дыхание как элемент биологического окисления. Основная и дополнительные дыхательные цепи.	Л	Интерактивная форма проведения проблемной лекции, основанная на вопросах студентов
5.	Определение дыхательного коэффициента	ЛЗ	Работа в малых группах и анализ конкретных ситуаций
6.	Принципы корневого и некорневого питания. Диагностика дефицита питательных элементов	Л	Интерактивная форма проведения проблемной лекции, основанная на вопросах студентов
7.	Периодичность роста растений	ПЗ	Интерактивные формы разбора конкретных ситуаций
8.	Выявление защитного действия сахаров на протоплазму. Изучение действия сахарозы на белки протоплазмы.	ЛЗ	Коллективная мыслительная деятельность при обсуждении результатов учебной исследовательской работы

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Виды текущего контроля: контрольная работа, защита, тестирование, коллоквиум.

Промежуточный контроль – зачет; экзамен

Примерные вопросы и задания к защите практических и лабораторных занятий

Раздел 1. Системы интенсивного культивирования растений

1. Строение клетки. Органеллы и их функции;
 2. Химический состав протоплазмы
 3. Химический состав, строение и функции клеточной стенки
 4. Мембранные протоплазмы, их состав, структура и функции
 5. Проницаемость протоплазмы, ее зависимость от физиологического состояния клетки и внешних условий
 6. Активный и пассивный транспорт веществ.
- Реакции протоплазмы на повреждающие воздействия
7. Что такое плазмолиз, и при каких условиях он наблюдается?
 8. Какие существуют формы плазмолиза и что такое время плазмолиза?
 9. О чем свидетельствует разное время плазмолиза в плазмолитиках с одинаковой осмотической силой?
 10. Какие свойства клетки проявляются при колпачковом плазмолизе?
 11. Какова структура белков, и какие связи ее стабилизируют?
 12. Структура элементарной мембранны.
 13. Как вещества проникают через мембрану?
 15. В чем состоят ответные реакции клетки на повреждающие воздействия?
 16. Растительная клетка как осмотическая система.
 17. Осмотический и водный потенциалы клетки, методы их определения.
 18. Как практически можно использовать показатели водообмена растительной клетки?

Раздел 2. Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц

1. Проанализируйте размеры и роль нижнего и верхнего двигателей водного тока в растении.
2. Что такое транспирация, и каково ее биологическое значение?
3. Способы регулирования транспирации.
4. Какие показатели используются для характеристики транспирации
5. Какие методические подходы используются для учета потери воды растением?
6. В чем состоят достоинства и недостатки определения интенсивности транспирации на целостном растении и отченном листе?
7. Каковы размеры интенсивности транспирации?

Раздел 3. Физиологические основы регулирования продукционного процесса растений в вертикальных теплицах

1. Каковы строение и химические свойства пигментов зеленого листа?
2. Какие особенности строения молекулы пигментов обеспечивают их способность поглощать свет?
3. Чем по составу различаются внешняя и внутренние мембранны хлоропластов?
4. Какие свойства пигментов обеспечивают их встраивание в мембрану?
5. Каковы основные принципы количественного определения пигментов?
6. Проанализируйте анатомо-физиологические особенности строения листьев светолюбивых и теневыносливых растений.
7. Зависимость фотосинтеза от внутренних и внешних условий.
8. Типы акцепторов ассимилятов в растении.
9. Гормональная регуляция донорно-акцепторных отношений.
10. Лист как донор ассимилятов в растении.

Примерные тестовые задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Раздел 1 Системы интенсивного культивирования растений

(один правильный ответ)

1. Часть клетки, в основном регулирующая избирательное поступление веществ в цитоплазму:
 - 1) тонопласт
 - 2) плазмодесма
 - 3) клеточная стенка
 - 4) плазмалемма
 - 5) мезаплазма
2. Степень повреждения растительной ткани можно оценить по ...
 - 1) интенсивности выхода веществ
 - 2) pH вакуолярного сока
 - 3) вязкости цитоплазмы
 - 4) сродству к красителям
3. В построении клеточных мембран участвуют:
 - 1) собственно жиры и белки
 - 2) воска и белки
 - 3) сахара и белки
 - 4) фосфолипиды и белки
 - 5) липиды и сахара
4. Липиды играют важную роль в жизни клетки, так как они
 - 1) поддерживают нормальную реакцию среды в ней
 - 2) выполняют ферментативную функцию
 - 3) являются энергетически ценными веществами
 - 4) плохо растворимы в воде

5) выполняют транспортную функцию

5. О повреждении (гибели) растительной клетки можно судить по:
(два правильных ответа)

- 1) наличию уголкового плазмолиза
- 2) отсутствию плазмолиза в гипертоническом растворе
- 3) наличию тurgора
- 4) содержанию белков
- 5) наличию выпуклого плазмолиза

6. Клеточные структуры, принадлежащие только клеткам растений:

- 1) аппарат Гольджи
- 2) пластиды
- 3) митохондрии
- 4) клеточная стенка
- 5) вакуоль

7. К моносахаридам относятся:

- 1) глюкоза
- 2) дезоксирибоза
- 3) сахароза
- 4) амилоза
- 5) рибулёза

Раздел 2. Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц

1. Содержание меньшего количества минерального и органических веществ в соке гуттации по сравнению с соком плача растений обусловлено прежде всего:
(один правильный ответ)

- 1) особым строением водопроводящих тканей древесных растений по сравнению с травянистыми
- 2) особым строением гидатод и клеток эпидермы
- 3) тем, что плач имеет место, главным образом, весной, а гуттация летом
- 4) особенностями строения корневой системы
- 5) градиентом водного потенциала между листьями и атмосферой

2. Для определения физиологического состояния и потребности растения в воде рекомендуется использовать следующие показатели:

- 1) концентрацию и осмотическое давление клеточного сока, водный потенциал паренхимы листьев, состояние устьичного аппарата, водный дефицит
- 2) величину корневого давления, состояние устьичного аппарата, интенсивность транспирации листьев
- 3) pH клеточного сока паренхимы листьев, состояние устьичного аппарата, водный потенциал листьев
- 4) интенсивность транспирации, коэффициент водопотребления
- 5) транспирационный коэффициент, водный дефицит
(два правильных ответа)

3. Матричный потенциал определяет поступление воды в:

- 1) меристемы
- 2) корни

- 3) семена
 - 4) листья
 - 5) вакуолизированные клетки
4. Проявление корневого давления у растений являются:
- 1) плач
 - 2) плазмолиз
 - 3) циторриз
 - 4) гуттация
 - 5) транспирация
5. 1. Проявлением корневого давления является ...
- 1) наличие транспирации
 - 2) гуттация
 - 3) убыль воды в зоне корнеобитания
 - 4) «плач» растений
6. Связь между молекулами воды осуществляется за счёт ...
- 1) водородных связей
 - 2) ковалентных связей
 - 3) межмолекулярных связей
 - 4) сил Ван-дер-Ваальса

Раздел 3. Физиологические основы регулирования продукционного процесса растений в вертикальных теплицах

1. Энергия света расходуется при фотосинтезе на:
(один правильный ответ)

- 1) фотолиз воды и синтез АТФ
- 2) разложение молекул АТФ
- 3) синтез белков
- 4) окисление глюкозы
- 5) синтез глюкозы

2. Гидрофобные свойства молекулы хлорофилла обусловлены:
(два правильных ответа)

- 1) порфириновым кольцом
- 2) остатком фитола
- 3) системой конъюгированных связей
- 4) металлоганической связью
- 5) карбоксильными группами

3. Для образования 1М глюкозы требуется:

- 1) 3 М АТФ
- 2) 6 М АТФ
- 3) 18 М АТФ
- 4) 3 М НАДФН
- 5) 12 М НАДФН

4. Для определения интенсивности в суммарном уравнении фотосинтеза используются:

- 1) вода
- 2) кислород

- 3) углекислый газ
 - 4) глюкоза
 - 5) энергия
5. К пигментам фотосинтеза относятся ...
- 1) антоцианы и хлорофиллы
 - 2) хлорофиллы и каротиноиды
 - 3) фитохромы и каротиноиды
 - 4) каротиноиды и антоцианы

Примерные вопросы к коллоквиуму

Раздел 1. Системы интенсивного культивирования растений

- 1. Каковы отличия растительной клетки от животной?
- 2. Что такое totipotentность клеток?
- 3. В каких клеточных структурах протекает процесс трансляции?
- 4. Какая часть сложного фермента отвечает за ход химической реакции?
- 5. Чем характеризуется клеточная проницаемость?
- 6. Почему большинство белков обладают высокой лабильностью?
- 7. Чем характеризуется активный транспорт веществ через мембрану?
- 8. Какая группа липидов обладает наибольшей гидрофобностью?
- 9. Почему реакции катализируемые ферментами, зависят от pH и температуры?
- 10. Какая группа углеводов выполняет транспортную функцию?

Раздел 2. Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц

- 1. Какова биологическая роль воды?
- 2. Какие свойства воды являются специфическими и какое значение они имеют в живых системах?
- 3. Чем отличается механизм поглощения воды семенами от механизмов поглощения воды вакуолизированными клетками?
- 4. Какой вид транспирации идёт в ночное время?
- 5. Проанализируйте суточный ход устьичных движений при ограниченном влагообеспечении растений.
- 6. Какая ткань корня играет особую роль в создании корневого давления?
- 7. Какая почва называется физиологически сухой?
- 8. Какие вещества называются антитранспирантами?
- 9. Какой водный дефицит не опасен для растений?
- 10. Какая структура растений называется ксероморфной?

Раздел 3. Физиологические основы регулирования продукционного процесса растений в вертикальных теплицах

Какая часть молекулы хлорофилла отвечает за поглощение солнечных лучей?

1. Какой хлорофилл называется антенным?
2. В какой части хлоропласта протекает фотосинтетическое фосфорилирование?
3. Какая фотосистема отвечает за фотолиз воды?
4. В какой фазе цикла Кальвина расходуются продукты световой фазы?
5. Сколько раз должен обернуться цикл Кальвина, чтобы образовалась одна молекула глюкозы?
6. Чем отличается химизм фотосинтеза C_4 –растений от C_3 -растений?
7. При каких условиях усиливается фотодыхание?
8. Каково среднее значение КПД ФАР фотосинтеза посева?
9. Что следует учитывать при светокультуре растений?

1. Какие вещества используют для борьбы с полеганием?
2. Каким этапам развития соответствует критический период онтогенеза к засухе?
3. Какой вид засоления оказывает самое пагубное действие на растение?
4. Какие организмы являются биоиндикаторами на загрязнение атмосферы токсичными газами?
5. Что такое аллелопатия?
6. В чем состоит физиологическое значение реакции сверхчувствительности растений?
7. Проанализируйте защитно-приспособительные реакции растений против повреждающих воздействий на клеточном, организменном и популяционном уровнях.

Примерные вопросы к контрольной работе

Раздел 1. Системы интенсивного культивирования растений

Дать характеристику Современной клеточной теории. Типы клеточной организации (прокариоты, эукариоты). Структурные элементы растительной клетки. Химический состав клетки и физиологическая роль ее основных компонентов. Химический состав, структура и функции клеточной стенки. Функции белков, нуклеиновых кислот, липидов, углеводов. Витамины и их роль в жизни растений.

Состав, строение, свойства и функции мембран. Химический состав, структура и функции ядра и рибосом.

Регуляция процессов жизнедеятельности на клеточном уровне. Поглощение и выделение веществ клеткой. Внутриклеточный и внешний обмен

веществ. Раздражимость. Временной ход функции как показатель реакции на стресс.

Ответная реакция клетки на внешние воздействия и основанные на них тесты диагностики состояния растительных тканей и растений.

Действие инфекции на клеточные структуры и функции. Культура изолированных клеток и тканей, использование её в селекции для оздоровления посадочного материала, для получения физиологически активных препаратов.

Раздел 2. Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц

Дать общую характеристику водного обмена растений. Структура и физические свойства воды. Вода – структурный компонент растительной клетки, её участие в биохимических реакциях. Указать специфические физические и химические свойства воды. Функции воды в биологических системах. Термодинамические основы поглощения, транспорта и выделения воды. Водный потенциал биологической системы.

Двигатели водного тока в растении. Корневое давление, его природа, зависимость от внутренних и внешних условий.

Дать определение транспирации, её биологическое значение, размеры и методы измерение. Лист как орган транспирации. Зависимость транспирации от внешних условий, её суточный ход. Устьичное и внеустьичное регулирование транспирации. Строение и функционирование устьиц. Значение устьиц в регулировании газообмена растений. Динамика содержания воды в онтогенезе растений, распределение по органам. Использование антитранспирантов при пересадке растений.

Раздел 3. Физиологические основы регулирования продукционного процесса растений в вертикальных теплицах

Указать значение и структурную организацию фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Фотосинтез – основа биоэнергетики. Роль фотосинтеза в биосфере. Окислительно-восстановительная функция фотосинтеза. Особенности анатомо-морфологической структуры листа как органа фотосинтеза. Химический состав, структура и функции хлоропластов. Фотосинтетические пигменты.

Указать химизм процессов ассимиляции углерода в фотосинтезе. Световая фаза фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева. Химизм и энергетика фотосинтеза. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова, его функциональное значение. Анатомо-физиологические особенности C_3 -, C_4 -растений. Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-метаболизм). Фотодыхание. Механизмы регуляции фотосинтеза на субклеточном, клеточном, органном уровнях и в целостном растении. Фотосинтез и первичный обмен веществ.

Объяснить зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних условий. Взаимодействие факторов при фотосинтезе. Дневная динамика и сезонные изменения фотосинтеза. Светолюбивые и теневыносливые растения. Использование знаний об отношении растений к свету в агрономической практике. Методы изучения фотосинтеза.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточный контроль (зачет)

1. Требования к источникам света в светокультуре растений.
2. Проанализируйте современные методы определения газообмена листа, возможность их использования для оценки эффективности использования воды растениями.
3. Проанализируйте полученные параметры газообмена листьев растений, выращенных в разных условиях освещения.
4. Проанализируйте, какая возможна связь параметров газообмена листьев и эффективности регулирования транспирации растениями.
5. Как рассчитать плотность потока фотонов фитооблучателя, необходимую для выращивания конкретной культуры?
6. Что такое интеграл суточной радиации?
7. Как осуществить пересчет показателей облученности из энергетической системы единиц в фотонную и наоборот?
8. Как использовать показатель ЕС при выращивании растений в гидропонике?
9. Как определить полную влагоемкость субстрата?
10. Программирование урожаев и прецизионное растениеводство
11. Показатели, характеризующие фотосинтетические свойства фитоценоза.
12. Свет как фактор, регулирующий рост и развитие растений.
Фотоморфогенез.
13. Синдром избегания затенения.
14. Фотопериодизм, его физиологическое значение. Группы растений по фотопериодической реакции.
15. Требования к световым режимам в условиях светокультуры, способы регуляции формирования биомассы и качества урожая растительной продукции.
16. Выращивание основных видов овощных, декоративных и лекарственных растений в светокультуре.
17. Правила чтения конструкторской и технологической документации;
18. Метод гидропонного выращивания растений;
19. Правила установки электрических магистралей с учетом близкого расположения проводов к воде.
20. Нормы pH и электропроводности для растительной питательной среды;
21. Химические правила при составлении питательной смеси;
22. Состав компонентов для подготовки питательной среды;
23. Основные общие агротехнические правила;
24. Состав субстратов, использующихся в аэро и гидропонных системах выращивания агрокультур.

25. Влияние тех или иных удобрений на рост растений;
26. Как регулировать уровень электропроводности в растворе.
27. Правила высадки растения в субстрат;
28. Правила приготовления субстрата;
29. Назначения датчиков;
30. Как пользоваться датчиками уровня воды, температуры;
31. Как рационально устанавливать датчики;
32. Как работают контроллеры типа Arduino;
33. Как происходит слив в сложной агро-системе;.
34. Оптимальные условия для выращивания агрокультур (среднюю температуру, показания кислотно-щелочного баланса и электропроводность среды) для дальнейшего описания их в коде программы.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Виды текущего контроля: контрольные работы, защита практических работ, тестирование, коллоквиум.

Промежуточный контроль – зачет

Для оценки знаний умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Текущий контроль по разделам проводится по мере завершения их изучения. По итогам рейтинговой оценки студенты допускаются к сдаче зачета с оценкой, если сумма баллов по итогам текущего контроля их успеваемости составляет не менее 60.

При несвоевременном выполнении студентами заданий текущего контроля без уважительной причины по решению кафедры баллы рейтинговой оценки могут снижаться на 10-30 %. В конце учебного семестра итоги текущей успеваемости проставляются в виде суммы баллов.

Промежуточный контроль знаний, умений и владений студентов по дисциплине осуществляется в виде зачета с оценкой, который проводится с целью оценки уровня освоения ими теоретических знаний, развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач. Зачет с оценкой проводится в устной форме по вопросам к зачету с оценкой. Принимающий зачет с оценкой преподаватель имеет право

задавать студентам дополнительные вопросы, давать задачи и примеры по программе данной дисциплине. Пересдача зачета с оценкой допускается не более двух раз. Третий раз пересдача зачета с оценкой осуществляется перед комиссией, назначаемой директором.

Таблица 7

**Структурно-логическая схема изучения учебной дисциплины
«Физиология и биохимия растений»**

Раздел 1. «Системы интенсивного культивирования»
Общее количество баллов -10
Тема 1, 2 – по 5 баллов
Контрольная работа по темам, тестирование по разделу
1- 5 баллов – незачет; 6-10 баллов - зачет
↓
Раздел 2. «Особенности устройства и эксплуатации вертикальных теплиц»
Общее количество баллов - 6
Темы 3, 4 – по 3 балла
Контрольные работы по темам, тестирование по разделу
1 - 3 балла – незачет; 4 - 6 баллов - зачет
↓
Раздел 3. Физиологические основы регулирования производственного процесса растений в вертикальных теплицах»
Общее количество баллов 8
Темы 5, 6, 7, 8 – по 2 баллов;
Контрольные работы по темам; тестирование по разделу

Таблица 8

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	Оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с проблемами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2»	Оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не

(неудовлетворительно)	освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы
-----------------------	--

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кузнецов, Владимир Васильевич. Физиология растений в 2 т. Том 1: учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2021- 437 с.- (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01711-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/468613>.
2. Кузнецов В.В. Физиология растений: Учебник для вузов /В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. М.: – Изд. Юрайт, 2021. – Т. 2. – 459 с. URL: <https://urait.ru/bcode/470270>.
3. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учебник / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин и др.; ред. Н. Н. Третьяков. - 2-е изд. - М. : КолосС, 2005. - 656 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Журавлева Л.А. Сити-фермерство как перспективное направление развития агро-производства. – М., Русайнс, 2021, 160 с.
2. Кондратьев, Михаил Николаевич. Взаимосвязи и взаимоотношения в растительных сообществах: учебное пособие. Допущено Учебно-методическим объединением вузов РФ по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для подготовки магистров по направлению 35.03.04 "Агрономия" / М. Н. Кондратьев, Г. А. Карпова, Ю. С. Ларикова; Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. — 299 с.: ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/212.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/212.pdf>>.
2. Панфилова О.Ф. Физиология и биохимия растений: практикум / О. Ф. Панфилова, Н. В. Пильщикова, Н. К. Фаттахова. Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. - 96 с. URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo312.pdf>.
3. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учебник / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин и др.; ред. Н. Н. Третьяков. - 2-е изд. - М. : КолосС, 2005. - 656 с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

2. Панфилова, Ольга Федоровна. Современная литература по физиологии и биохимии растений: библиографический указатель / О. Ф. Панфилова, Н. В. Пильщикова; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. — 38 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Библиографические указатели. — Режим доступа : http://elib.timacad.ru/dl/local/sovremennaya_literatura.pdf. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. —
<URL:http://elib.timacad.ru/dl/local/sovremennaya_literatura.pdf>.

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

1. <http://www.ippras.ru/> Институт физиологии растений РАН (открытый доступ)
2. <http://school-collection.edu.ru/> Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (открытый доступ)
3. <http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам (открытый доступ)
4. <http://www.informika.ru/text/index.html> ФГУ "Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций" (открытый доступ)
5. http://www.zin.ru/BIODIV/bd_proj.htm Информационный проект «Биоразнообразие России» (открытый доступ)
6. <http://www.darwin.museum.ru/> Государственный Дарвиновский музей (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Агрикола и ВИНИТИ,
2. научная электронная библиотека e-library,
3. Rambler,
4. Yandex,
5. Google,
6. Agricola,
7. Current
8. Contents,
9. e-journals,
10. PubMed,
11. ScienceDirect.

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

Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа оснащением, экран, кодоскоп-оверхед, световые шкафы для выращивания растительного материала, термостаты, сушильные шкафы, инфракрасный газоанализатор, микроскопы, рефрактометры, спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, лабораторные весы, химическая посуда и реактивы.

Доступ к комплектам библиотечного фонда. Журналы: Биотехнология, Биохимия, Ботанический вестник, Международный сельскохозяйственный журнал, Сельскохозяйственная биология, Онтогенез, Физиология растений, Экология, Экология – XXI век, Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, Cell, Physiologia Plantarum, Plant Physiology, Plant, Cell and Environment, Trends in Plant Science, Current Opinion in Plant Biology.

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, или оборудованные для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный.

Технологическое оборудование, лабораторные установки (стенды), мультимедийные средства, полигоны.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус 6, БХ (лекционная аудитория)	Мультимедийный проектор
Учебный корпус 6, учебные лаборатории 155, 248, 249, 250, (для проведения практических занятий)	Технические весы, аналитические весы, фотоэлектроколориметры, спектрофотометр, терморегулируемые бани, сушильные шкафы, pH-метр, компьютерный проектор
Библиотека, читальный зал	Учебники и учебные пособия по дисциплине «Физиология и биохимия растений»

12. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный процесс предусматривает проведение лекционных и практических занятий. В ходе последних отрабатываются приемы планирования производственного процесса в вертикальной теплицы и эксплуатации программно-аппаратного комплекса и технологического оборудования.. Первая половина учебного цикла предусматривает самостоятельное изучение рекомендованных ресурсов в Интернет.

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных сити-фермерства, последних достижений науки и технологий, возможностей их практического использования. Являющийся

предметом выращивания растительный организм необходимо рассматривать как совокупность систем различной степени сложности – от клетки до компонента фитоценоза. Большинство фотоморфогенетических реакций растительного организма имеют приспособительное значение. В этой связи следует иметь в виду диалектическое единство в проявлении трофической и сигнальной (фотоморфогенез) роли света в жизни растений. Фотобиологический блок занимает одно из центральных мест в системе регуляций. Именно эти свойства растительных организмов являются ведущими в организации светового блока при выращивании растений. Посевы растений на стеллажах вертикальной теплицы являются сложными фотосинтетическими системами, эффективность функционирования которых во многом зависит от густоты стояния растений, их архитектоники. Следует обратить особое внимание на необходимость оптимизации факторов жизни растений в условиях системы интенсивного культивирования для повышения уровня рентабельности культуры и сокращения сроков окупаемости оборудования.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан в течение двух недель во внеурочное время выполнить практические работы. На кафедре еженедельно выделяется день отработки пропущенных занятий с дежурством преподавателя до 18.00. Дежурный преподаватель подписывает выполнение экспериментальной части, защищать работу необходимо на следующем занятии по расписанию практикума. Материал пропущенных коллоквиумов необходимо сдавать преподавателю по предварительной договоренности во внеурочное время. Материал пропущенных лекций необходимо проработать самостоятельно. Рабочей программой предусмотрены консультации в течение семестра, которыми необходимо активно пользоваться.

13.Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Первый модуль программы предусматривает общее знакомство слушателей с системами интенсивного культивирования растений и рассмотрению инноваций в сфере сити-фермерства, включая технологии и особенности эксплуатации систем данного типа. Необходимо рассмотреть технологическое оснащение современных растениеводческих платформ (материальная часть и программное обеспечение). На практическом занятии слушатели разрабатывают блок-схему вертикальной теплицы (проектная работа в малых группах с анализом и презентацией результатов). В ходе самостоятельной работы, используя материалы из сети Интернет и научные публикации, слушатели знакомятся на конкретных примерах с направлениями применения технологий сити-фермерства для выращивания различных сельскохозяйственных культур, в том числе – на основе передовых подходов комбинаторной светокультуры.

Во втором модуле представлены основные элементы технологий, используемых в работе вертикальных теплиц.

В третьем модуле рассмотрены приложения по эффективной эксплуатации вертикальных теплиц с использованием сортовых технологий светокультуры растений и информационных технологий.

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования технологий балльной-рейтинговой оценки результатов, группового способа обучения на лабораторном практикуме, дебатов на коллоквиумах. Текущий контроль успеваемости студентов и промежуточную аттестацию целесообразно проводить путем тестирования и коллоквиумов. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем физиологии растений, последних достижений науки и возможностей их использования в технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Программу разработали:

Анисимов А.А., к.б.н., доцент



Ларикова Ю.С., к.б.н., доцент



РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Основы сити-фермерства»
ОПОП ВО по направлению 35.03.04 Агрономия , направленности
агробизнес, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Защита
растений и фитосанитарный контроль (квалификация выпускника –
бакалавр)**

Лазаревым Николаем Николаевичем, профессором кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы сити-фермерства» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 – «Агрономия», направленности « Агробизнес, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, защита растений и фитосанитарный контроль(уровень обучения - бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физиологии растений (разработчики: Анисимов А.А, доцент кандидат биологических наук, Ларикова Ю.С., доцент, кандидат биологических наук, Тараканов И.Г., д.б.н., профессор).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы сити-фермерства» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС

по направлению 35.03.04 – «агрономия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Физиология и биохимия растений» закреплено три индикатора **компетенции**. Дисциплина «Физиология и биохимия растений» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Дополнительная компетенция не вызывает сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины «основы сити-фермерства».

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы сити-фермерства» составляет семь зачётных единицы (252 часа)

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «основы сити-фермерства» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.04 – «агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «основы сити-фермерства» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.04 – «Агрономия».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, участие в тестировании, аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – три источника (базовый учебник и учебные пособия), дополнительной литературой – три наименования, периодическими изданиями – шесть источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – одиннадцать источников и соответствует требованиям ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы сити-фермерства» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

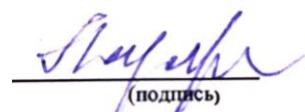
15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы сити-фермерства».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы сити-фермерства» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 – «Агрономия, направленности Агробизнес, Селекция и генетика сельскохозяйственных культур, Защита растений и фитосанитарный контроль» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Анисимовым А.А, доцентом, кандидатом биологических наук., Лариковой Ю.С., доцентом, кандидатом биологических наук, Таракановым Т.Г., д.б.н.. профессором соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Лазарев Николай Николаевич, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, доктор сельскохозяйственных наук ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Лазарев Н.Н., д.с.-х.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025г.