

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Д.М. Михайлович

Должность: Директор института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 05.07.2026 14:58:13

Уникальный программный ключ:

dcb6dc87115774aed866f2a7c3a0ce2cf217be1e29



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
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 мелиорации, водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

Кафедра экологии

Утверждаю:

Директор института
мелиорации, водного хозяйства и
строительства имени А.Н. Костякова



Д.М. Бенин

2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Агроэкологические основы применения удобрений

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление 05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность: «Экологический мониторинг и агроэкология»

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2026

Москва, 2026

Разработчик:

Андреева И.В., к. б. н., доцент



« 04 » мая 2026 г.

Рецензент:

Смолина Г.А., к. б. н., доцент



« 04 » мая 2026 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии
протокол № 12/26 от «04» мая 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой Тихонова М.В., к. б. н., доцент



« 04 » мая 2026 г.

Согласовано:

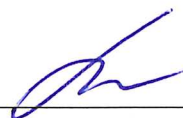
Председатель учебно-методической комиссии
института мелиорации, водного хозяйства и
строительства имени А.Н. Костякова,
к. пед. н., доцент



Е.В. Щедрина

« 04 » мая 2026 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой экологии,
Тихонова М.В., к. б. н., доцент



« 04 » мая 2026 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



Сидорова А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ И ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ, ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ. I I	
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ	16
(ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	23
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	26
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.09 «Агроэкологические основы применения удобрений» для подготовки бакалавров по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность: «Экологический мониторинг и агроэкология»

Цель освоения дисциплины:

нацелена на формирование системного мировоззрения, представлений, теоретических знаний, практических умений и навыков, базирующихся на научных основах и практических методах изучения взаимосвязи сельскохозяйственных растений, почвы и удобрений в процессе питания культур с целью рационального использования ресурсов удобрений, снижения затрат энергии при одновременном повышении урожайности, улучшении качества продукции и воспроизводства плодородия почвы.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1.2; ПКос-1.5.

Краткое содержание дисциплины

дисциплина «Агроэкологические основы применения удобрений» содержит тематические разделы по следующим направлениям: агроэкологическая оценка систем земледелия и агротехнологий, нормативные основы контроля состояния агроэкосистем и продукции растениеводства; поведение макро-, мезо- и микро-элементов минерального питания растений в агроэкосистемах и экологические последствия их применения для экосистем, животных и человека; агроэкологические основы применения органических удобрений и расчёт баланса гумуса в севообороте; агроэкологические аспекты применения минеральных удобрений, принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте; расчеты экономической и энергетической эффективности применения минеральных удобрений.

Общая трудоёмкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: составляет 4 зачётные единицы (144 часа), в том числе 4 часа практическая подготовка.

Форма промежуточного контроля – зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Агроэкологические основы применения удобрений» является выработка у студентов целостного представления об экологических основах взаимосвязи сельскохозяйственных растений, почвы и удобрений, способах и приемах применения удобрений и экологических проблемах, возникающих при их нерациональном использовании, главных принципах экологически безопасной системы удобрения в земледелии, а также формирование у студентов комплексного подхода в решении актуальных экологических задач теоретического и прикладного характера.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Агроэкологические основы применения удобрений» включена как дисциплина по выбору в вариативную часть цикла дисциплин для реализации требований ФГОС, ОПОП ВО, и Учебного плана по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Агроэкологические основы применения удобрений» являются: «Общая экология», «Земледелие», «Агрохимия», «Сельскохозяйственная экология (агроэкология)», «Экология и охрана почв», «Основы природопользования», «Почвоведение и география почв», «Ландшафтоведение», «Микробиология».

Дисциплина «Агроэкологические основы применения удобрений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Агроэкологический мониторинг», «Органическое сельское хозяйство и экологически безопасная продукция», «Устойчивое развитие», «Охрана окружающей среды».

Рабочая программа дисциплины «Агроэкологические основы применения удобрений» 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

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью устных опросов, выполнения расчетных заданий на лабораторных работах, самостоятельной работы студентов на контрольной неделе.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме зачета.

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ и по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 часа), в том числе 4 часа практическая подготовка, их распределение по видам работ в седьмом семестре представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Владеть основными методами научно-исследовательской деятельности, включая методы отбора и полевых исследований основных компонентов экосистем, проведения лабораторных анализов и статистической обработки полученных данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования, проектирования и ОВОС, использования ГИС и данных дистанционного зондирования с применением цифровых инструментов и технологий	ПКос-1.2 Владеть методами агроэкологического обоснования применения удобрений	- ключевые законы и принципы, описывающие взаимодействие сельскохозяйственных растений, почвы и удобрений; - особенности функционирования агроэкосистем при применении удобрений и экологические основы рационального использования природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства; - последствия загрязнения и деградации окружающей природной среды; - сущность комплексного анализа окружающей природной среды по результатам экологического мониторинга.	- анализировать основные экологические факторы, влияющие на эффективность и экологическую безопасность применения удобрений в агроэкосистемах; - выявлять лимитирующие экологические факторы в питании сельскохозяйственных культур; - делать логически обоснованные выводы по результатам почвенно-экологического мониторинга и растительной диагностики; - проводить сравнительный экологический анализ систем применения удобрений с позиции минимального ущерба для окружающей среды и качества получаемой продукции.	- навыками системного анализа и поиска разноплановой информации для принятия решений о выборе оптимальной системы применения удобрений для конкретных условий хозяйствования; - навыками структурно-функционального анализа экосистем; - навыками системного анализа проблемных экологических ситуаций, возникающих в агроэкосистемах.

2.	ПКос-1	Владеть основными методами научной исследовательской деятельности, включая методы отбора и полевых исследований основных компонентов экосистем, проведения лабораторных анализов и статистической обработки полученных данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования, проектирования и ОВОС, использования ГИС и данных дистанционного зондирования с применением цифровых инструментов и технологий	ПКос-1.5 Владеть основными методами стресс-физиологии растений	- методические основы и основные методологические подходы к исследованию экологического состояния растений в условиях абиотического стресса; - особенности атмосферы и корнеобитаемой среды как источников стрессовых воздействий на сельскохозяйственные культуры; - адаптационные механизмы растений к условиям абиотического стресса.	- диагностировать признаки недостатка или избытка питательных элементов у сельскохозяйственных растений; - оптимизировать корневое или некорневое питание растений по результатам растительной диагностики с учетом региональных почвенно-экологических и климатических условий; - давать сравнительную оценку показателей экологической, экономической и энергетической эффективности применения удобрений с учетом региональных почвенно-климатических условий.	- биоиндикационными методами оценки экологического состояния почв и растений с оценкой адаптационного потенциала растений; - методами анализа эффективности элементов производственных систем для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственных территорий.
----	--------	---	---	---	--	---

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 7 семестре

Таблица 2

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. в 7 семестре
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	50,25	50,25
Аудиторная работа	50,25	50,25
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	18/4	18/4
лабораторные работы (ЛР)	16	16
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	93,75	93,75
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	93,75	93,75
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

*в т.ч. практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	СР
Раздел 1 «Агроэкологическая оценка систем земледелия и агротехнологий. Нормативные основы контроля состояния агроэкосистем и продукции растениеводства»	8	4	4			
Раздел 2 «Поведение макро-, мезо- и микроэлементов минерального питания растений в агроэкосистемах и экологические последствия их применения»	41,75	6	10			36,75
Раздел 3 «Агроэкологические аспекты применения органических удобрений»	14/1	2	2/1	4		16
Раздел 4 «Агроэкологические аспекты применения минеральных удобрений. Принципы расчета экологически и экономически обосно-	32/3	2	2/3	8		25

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	СР
ванных доз удобрений в севообороте».						
Раздел 5 «Эффективность применения удобрений».	12	2		4		16
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Всего за 7 семестр	108/4	16	18/4	16	0,25	93,75
Итого по дисциплине	108/4	16	18/4	16	0,25	93,75

Раздел 1. Агроэкологическая оценка систем земледелия и агротехнологий. Нормативные основы контроля состояния агроэкосистем и продукции растениеводства.

Тема 1.1. Понятие об экологической агрохимии, цели и методологические задачи дисциплины, краткий исторический путь развития.

Тема 1.2. Нормативные основы контроля и регулирования состояния базовых компонентов агроэкосистем и безопасности продукции растениеводства при применении удобрений.

Раздел 2. Поведение макро-, мезо- и микроэлементов минерального питания растений в агроэкосистемах и экологические последствия их применения.

Тема 2.1. Экологическая агрохимия макро- и мезоэлементов.

Биогеохимические циклы азота, фосфора, калия и кальция в агроэкосистемах. Экологические проблемы магния и серы в земледелии. Загрязнение почв сопутствующими элементами, содержащимися в минеральных удобрениях и мелиорантах.

Тема 2.2. Экологическая агрохимия микроэлементов.

Физиологическая роль микроэлементов в питании сельскохозяйственных культур. Микроэлементы и тяжелые металлы, их агроэкологическая оценка. Особенности применения микроудобрений. Адаптационные механизмы растений к абиотическому стрессу, вызванному токсическим воздействием химических веществ.

Тема 2.3. Экологические проблемы применения минеральных удобрений для экосистем и человека.

Экологические ограничения на производство сельскохозяйственной продукции в соответствии с природоохранными нормами, зонами с особым режимом охраны. Ограничения на применение удобрений при производстве органической продукции. Влияние применения удобрений на здоровье животных и человека с учетом всех возможных путей поступления химических элементов и соединений в организм. Перемещение токсикантов по пищевым цепям. Правило биологического усиления.

Раздел 3. Агроэкологические аспекты применения органических удобрений.

Тема 3.1. Агроэкологические основы применения органических удобрений и расчёт баланса гумуса в севообороте.

Применение органических удобрений на разных почвах: дозы, сроки внесения, влияние на величину и качество урожая. Распределение органических удобрений по севооборотам и под отдельные культуры. Организация работ по внесению органических удобрений. Экологическая безопасность органических удобрений. Методика расчета баланса гумуса в севообороте.

Раздел 4. Агроэкологические аспекты применения минеральных удобрений. Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте.

Тема 4.1. Экологические основы применения минеральных удобрений.

Применение минеральных удобрений: эффективность разных видов на различных типах и разновидностях почв; основное удобрение, сроки и способы его заделки на разных почвах; состав и дозы рядкового удобрения; целесообразность проведения подкормки; лучшие формы и виды удобрений; влияние видов удобрений на качество урожая.

Тема 4.2. Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте.

Понятие об оптимальной, рациональной и предельной дозах удобрений. Классификация методов определения доз удобрений под культуры. Определение доз минеральных удобрений по данным полевых опытов и агрохимических картограмм; методом элементарного баланса на планируемую урожайность; на планируемую прибавку урожая; методом дифференцированного нормативного баланса. Положительные и отрицательные стороны этих методов. Баланс питательных веществ в севообороте и его роль в составлении правильной системы удобрения. Определение возможных коэффициентов использования питательных веществ из удобрений за ротацию севооборота и их значение в обосновании правильности составленной системы удобрения. Общая схема системы применения удобрений в севообороте. Экологическое обоснование разработанной системы удобрения.

Раздел 5. Эффективность применения удобрений.

Тема 5.1. Определение разных видов эффективности применения минеральных удобрений в севообороте.

Прибавка урожая основных сельскохозяйственных культур на 1 кг действующего вещества минеральных удобрений. Методика определения экономической и энергетической эффективности применения удобрений под отдельную культуру или в севообороте. Основные показатели экономической эффективности удобрений.

4.3 Содержание лекций, практических занятий, лабораторных работ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических занятий/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Агроэкологическая оценка систем земледелия и агротехнологий. Нормативные основы контроля состояния агроэкосистем и продукции растениеводства				8
	Тема 1.1. Понятие об экологической агрохимии, цели и методологические задачи дисциплины, исторический путь развития.	Лекция № 1. Исторические аспекты химизации сельского хозяйства. Экологические функции агрохимии. Агро-экологическая оценка систем земледелия и агротехнологий	ПКос-1.2		2
		Практическое занятие № 1. Актуальность экологической агрохимии на современном этапе. Основные проблемы, вызванные интенсификацией применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве.	ПКос-1.2	Устный опрос	2
	Тема 1.2. Нормативные основы контроля и регулирования состояния базовых компонентов агроэкосистем и безопасности продукции растениеводства при применении удобрений.	Лекция № 2. Экологические и санитарно-гигиенические нормативы, регулирующие состояние базовых компонентов агроэкосистем и растениеводческой продукции.	ПКос-1.2		2
		Практическое занятие № 2. Разбор основных нормативных требований, предъявляемых к базовым компонентам агроэкосистем и безопасности растениеводческой продукции. Требования стандартов, предъявляемых к безопасности агрохимикатов.	ПКос-1.2	Устный опрос	2
2	Раздел 2. Поведение макро-, мезо- и микроэлементов минерального питания растений в агроэкосистемах и экологические последствия их применения				16
	Тема 2.1. Экологическая агрохимия макро- и микроэлементов.	Лекция № 3. Экологические аспекты применения макро и микроэлементов в земледелии.	ПКос-1.2 ПКос-1.5		2
		Практическое занятие № 3. Экологические последствия трансформации азота в почве. Биологический азот, его значение для питания культур в севообороте.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических занятий/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 4. Особенности воздействия фосфорных и калийных удобрений на состояние объектов окружающей среды.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 5. Баланс азота, фосфора и калия в системе «почва-растение» и способы снижения газообразных потерь азота.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2
	Тема 2.2. Экологическая агрохимия микроэлементов.	Лекция № 4. Экологические аспекты применения микроэлементов в земледелии.	ПКос-1.2 ПКос-1.5		2
		Практическое занятие № 6. Загрязнение почв сопутствующими элементами, содержащимися в минеральных удобрениях и мелиорантах. Адаптационные механизмы растений к абиотическому стрессу, вызванному токсическим действием химических веществ.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2
	Тема 2.3. Экологические проблемы применения минеральных удобрений для экосистем и человека.	Лекция № 5. Последствия применения минеральных удобрений для базовых компонентов экосистем, животных и человека.	ПКос-1.2 ПКос-1.5		2
		Практическое занятие № 7. Причины появления нитратов в питьевой воде и продуктах питания. Способы минимизации риска загрязнения.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2
	Раздел 3. Агроэкологические аспекты применения органических удобрений				8/1
3	Тема 3.1. Агроэкологические основы применения органических удобрений и расчёт баланса гумуса в севообороте.	Лекция № 6. Агроэкологические проблемы использования побочных продуктов животноводства в сельском хозяйстве.	ПКос-1.2		2
		Практическое занятие № 8. Агроэкологические аспекты применения зеленого удобрения и побочных продуктов растениеводства.	ПКос-1.2	Устный опрос	2
		Лабораторная работа № 1. Расчет баланса гумуса в севообороте и доз применения органических удобрений.	ПКос-1.2	Проверка расчетов и защита лабораторной ра-	4/1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических занятий/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
				боты	
4	Раздел 4. Агроэкологические аспекты применения минеральных удобрений. Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте				12/3
	Тема 4.1. Экологические основы применения минеральных удобрений.	Лекция № 7. Агроэкологические основы применения минеральных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры в севообороте. Принципы и методические подходы к расчету доз минеральных удобрений в севообороте.	ПКос-1.2 ПКос-1.5		2
		Практическое занятие № 9. Экологические проблемы на разных этапах жизненного цикла минеральных удобрений.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2
		Лабораторная работа № 2. Определение потребности культур в минеральных удобрениях по результатам растительной диагностики.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос	2
	Тема 4.2. Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте.	Лабораторная работа № 3. Определение доз удобрений на основе результатов полевых опытов с удобрениями.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос. Проверка расчетов и защита лабораторной работы	2/1
		Лабораторная работа № 4. Расчет доз удобрений на планируемый урожай по нормативам затрат удобрений на получение единицы урожая, а также по нормативам выноса элементов питания с урожаем.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос. Проверка расчетов и защита лабораторной работы	2/1
		Лабораторная работа № 5. Расчет доз удобрений с использованием балансово-расчетного метода. Расчет доз удобрений с использованием метода на планируемую урожайность сельскохозяйственной культуры с использованием поправочных	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Устный опрос. Проверка расчетов и защита лабораторной работы	2/1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций / практических занятий/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		коэффициентов.			
5	Раздел 5. Эффективность применения удобрений				6
	Тема 5.1. Определение разных видов эффективности применения минеральных удобрений в севообороте.	Лекция № 8. Эффективность применения удобрений: агрономическая, экономическая и энергетическая.	ПКос-1.2 ПКос-1.5		2
		Лабораторная работа № 6. Расчет энергетической эффективности применения удобрений в севообороте.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Проверка расчетов и защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 7. Расчет агрономической и экономической эффективности применения удобрений в севообороте.	ПКос-1.2 ПКос-1.5	Проверка расчетов и защита лабораторной работы	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2. Поведение макро-, мезо- и микроэлементов минерального питания растений в агроэкосистемах и экологические последствия их применения.		
1.	Тема 2.1. Экологическая агрохимия макро- и мезоэлементов.	Современное представление о поглощении элементов питания растениями. Влияние условий выращивания сельскохозяйственных культур на урожай и его качество. Биологический и хозяйственный вынос элементов питания. Механизмы поступления питательных веществ в разные периоды роста и развития растений. ПКос-1.2, ПКос-1.5
2.	Тема 2.2. Экологическая агрохимия микроэлементов.	Экологические риски при загрязнении почв тяжелыми металлами. Источники загрязнения, токсичность. Поведение тяжелых металлов в почве, валовое содержание и доступные формы. Факторы, влияющие на доступность тяжелых металлов для поглощения растениями. ПКос-1.2, ПКос-1.5
3.	Тема 2.3. Экологические проблемы применения минеральных удобрений для экосистем и человека.	Экотоксикологические основы применения пестицидов в агроэкосистемах. Возможные последствия применения пестицидов для человека и сельскохозяйственных животных. Контроль остаточного содержания пестицидов в сельскохозяйственной продукции – организация и методические основы. Интегрированные системы защиты растений. Экологические проблемы, возникающие при добыче сырья, производстве минеральных удобрений и их транспортировке к полю. Влияние минеральных удобрений на товарные свойства

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		продукции, ее лёжкость, транспортабельность и хранение. ПКос-1.2
Раздел 3. Агроэкологические аспекты применения органических удобрений		
1.	Тема 3.1. Агроэкологические основы применения органических удобрений и расчёт баланса гумуса в севообороте.	Обоснование доз внесения органических удобрений в севооборотах и пути повышения или сохранения содержания гумуса в почвах. Использование бесподстилочного навоза в севооборотах промышленно-животноводческих комплексов. ПКос-1.2
Раздел 4. Агроэкологические аспекты применения минеральных удобрений. Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте		
1.	Тема 4.1. Экологические основы применения минеральных удобрений.	Система удобрения в специальных севооборотах. Особенности питания специальных культур, применение мелиорантов, органических и минеральных удобрений с учетом сроков, способов их внесения и влияния на качество урожая. Особенности питания плодово-ягодных культур. Окультуривание почвы перед закладкой плодового сада и ягодников. Применение удобрений при посадке плодовых деревьев и ягодников. Удобрение молодого сада. Особенности питания овощных культур открытого и защищенного грунта. Состав и свойства тепличных грунтов. Питательные смеси для рассадных горшочков. Применение удобрений при выращивании огурца, томата и салата. Типы складов для хранения твердых и жидких удобрений. Правила хранения минеральных удобрений в складах и техника безопасности. Основные технологические схемы доставки и внесения минеральных удобрений и извести на поля. ПКос-1.2, ПКос-1.5
Раздел 5. Эффективность применения удобрений		
1.	Тема 5.1. Определение разных видов эффективности применения минеральных удобрений в севообороте.	Энергетическая оценка современных агротехнологий. Способы минимизации энергетических затрат на реализацию агротехнических приемов и технологий. ПКос-1.2

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Исторические аспекты химизации сельского хозяйства. Экологические функции агрохимии. Агроэкологическая оценка систем земледелия и агротехнологий	Л Лекция - визуализация

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
2.	Экологические и санитарно-гигиенические нормы, регулирующие состояние базовых компонентов агроэкосистем и растениеводческой продукции.	Л Лекция - визуализация
3.	Экологические аспекты применения макро- и мезо-элементов в земледелии.	Л Лекция - визуализация
4.	Экологические аспекты применения микроэлементов в земледелии.	Л Лекция - визуализация
5.	Последствия применения минеральных удобрений для базовых компонентов экосистем и человека. Адаптационные механизмы растений к абиотическому стрессу.	Л Лекция - визуализация
6.	Агроэкологические проблемы использования побочных продуктов животноводства в сельском хозяйстве.	Л Лекция - визуализация
7.	Агроэкологические основы применения минеральных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры в севообороте. Принципы и методические подходы к расчету доз минеральных удобрений в севообороте.	Л Лекция - визуализация
8.	Эффективность применения удобрений: агрономическая, экономическая и энергетическая.	Л Лекция - визуализация

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

Текущий контроль за знаниями студентов складывается из регулярного опроса и оценки активности студента на занятиях. В контрольную неделю выставляется оценка за прошедший срок обучения по 5-бальной системе.

6.1. Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

Примерный перечень вопросов для подготовки к устному опросу (текущий контроль)

Раздел 1. Агроэкологическая оценка систем земледелия и агротехнологий. Нормативные основы контроля состояния агроэкосистем и продукции растениеводства.

Тема 1.1. Понятие об экологической агрохимии, цели и методологические задачи дисциплины, исторический путь развития.

1. Роль химизации земледелия.
2. Роль удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв.
3. Определение экологической агрохимии.

4. Задачи и функции экологической агрохимии.
5. История применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве.
6. Определение понятия «система применения удобрений».
7. Задачи системы применения удобрений при интенсификации сельского хозяйства и её роль в охране окружающей среды.
8. Типы системы удобрения.
9. Альтернативные системы земледелия.
10. Современные стратегии применения удобрений в мире.

Тема 1.2. Нормативные основы контроля и регулирования состояния базовых компонентов агроэкосистем и безопасности продукции растениеводства при применении удобрений.

1. Требования стандартов, предъявляемые к безопасности агрохимикатов и пестицидов.
2. Требования, предъявляемые к безопасности растениеводческой продукции.
3. Требования, предъявляемые к компонентам агроэкосистемы при производстве органической продукции.
4. Требования, предъявляемые к компонентам агроэкосистемы в биологизированных системах земледелия.
5. Ограничения на реализацию мероприятий по производству сельскохозяйственной продукции в зависимости от специфики территории и вида производства.
6. Экологические ограничения на производство сельскохозяйственной продукции, связанные с зонами, для которых установлен особый режим охраны.
7. Ограничения на использование агрохимикатов в соответствии с природоохранными нормами.

Раздел 2. Поведение макро-, мезо- и микроэлементов минерального питания растений в агроэкосистемах и экологические последствия их применения.

Тема 2.1. Экологическая агрохимия макро- и мезоэлементов.

1. Изменение биогеохимических циклов макроэлементов в агроэкосистемах в связи с применением удобрений.
2. Биогеохимические аспекты миграции азота и фосфора из почв сельскохозяйственного использования.
3. Причины вымывания азота удобрений и факторы, влияющие на миграцию азота в почве.
4. Проблема загрязнения азотом подземных вод.
5. Понятие эвтрофирования, причины, признаки, последствия для водоемов и гидробионтов.
6. Загрязнение атмосферного воздуха вследствие газообразных потерь азота.
7. Факторы агрономической эффективности азотных удобрений.
8. Способы минимизации загрязнения окружающей среды при применении азотных удобрений.
9. Особенности биогеохимического цикла фосфора.
10. Факторы, обедняющие почву фосфором.
11. Экологические аспекты применения фосфорных удобрений.
12. Экологические аспекты применения калийных удобрений.

13. Проблема примесей хлора в калийных удобрениях.
14. Особенности биогеохимического цикла кальция.
15. Экологические проблемы магния в земледелии.
16. Экологические проблемы серы в земледелии.

Тема 2.2. Экологическая агрохимия микроэлементов.

1. Понятие микроэлементов, физиологическая роль, уровни содержания в растениях.
2. Понятие валового содержания и подвижной формы элемента.
3. Микроудобрения, эффективность их применения.
4. Загрязнение почв сопутствующими элементами, содержащимися в минеральных удобрениях и мелиорантах.
5. Понятие тяжелых металлов, отличие от микроэлементов.
6. Факторы, влияющие на доступность металлов в почве для поглощения растениями.
7. Особенности возделывания сельскохозяйственных культур на загрязненных тяжелыми металлами почвах.
8. Адаптационные механизмы растений к абиотическому стрессу, вызванному токсическим воздействием химических веществ.
9. Оценка соответствия почв и растениеводческой продукции экологическим и санитарно-гигиеническим нормативам.

Раздел 3. Агроэкологические аспекты применения органических удобрений.

Тема 3.1. Агроэкологические основы применения органических удобрений и расчёт баланса гумуса в севообороте.

1. Виды органических удобрений, применяемых в сельском хозяйстве.
2. Задачи применения органических удобрений.
3. Влияние органических удобрений на функции и режимы почвы.
4. Определение выхода навоза в хозяйстве, количество заготавливаемых органических удобрений, распределение их по севооборотам и под отдельные культуры.
5. Агроэкологическая оценка применения сидеральных культур в агроэкосистемах.
6. Сравнительная агрономическая и экономическая эффективность разных видов органических удобрений.
7. Технология механизированных работ при заготовке и внесении органических удобрений.
8. Наиболее существенные нарушения технологии применения органических удобрений, их последствия.
9. Нормативно-правовые вопросы применения органических удобрений в сельском хозяйстве.

Раздел 4. Агроэкологические аспекты применения минеральных удобрений.

Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте

Тема 4.1. Экологические основы применения минеральных удобрений.

1. Исходные материалы, необходимые для научно обоснованного составления системы применения удобрений в хозяйстве.
2. Известкование полей севооборота.
3. Распределение минеральных удобрений под культуры: а) на планируемую урожайность; б) при заданной обеспеченности туками 1 га.
4. Баланс питательных веществ в севообороте и его роль в составлении правильной системы удобрения.
5. Определение возможных коэффициентов использования питательных веществ из удобрений за ротацию севооборота и их значение в обосновании правильности составленной системы удобрения.
6. Общая схема системы применения удобрений в севообороте. Годовой и календарный планы применения удобрений.
7. Определение потребности в сельскохозяйственной технике для своевременного внесения и заделки извести, органических и минеральных удобрений.
8. Технология механизированных работ при хранении, доставке и внесении минеральных удобрений.
9. Потребность в складских помещениях для хранения минеральных удобрений.
10. Требования природоохранного законодательства Российской Федерации к утилизации агрохимикатов, тары из-под агрохимикатов.

Тема 4.2. Принципы расчета экологически и экономически обоснованных доз удобрений в севообороте.

1. Понятие об оптимальной, рациональной и предельной дозах удобрений.
2. Классификация методов определения доз удобрений под культуры.
3. Определение доз минеральных удобрений по данным полевых опытов и агрохимических картограмм.
4. Определение доз минеральных удобрений методом элементарного баланса на планируемую урожайность.
5. Определение доз минеральных удобрений на планируемую прибавку урожая.
6. Определение доз минеральных удобрений по нормативам затрат и нормативам выноса д.в. удобрений на единицу урожая.
7. Положительные и отрицательные стороны разных методов расчета доз удобрений.

Пример расчетного задания к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1

Расчет баланса гумуса в севообороте и доз применения органических удобрений

Баланс гумуса можно рассчитать на основе баланса азота. Принимается (с некоторым допущением), что снижение содержания азота в почве примерно равно потреблению его растениями. Считается, что в гумусе соотношение $C:N = 20$, т.е. гумуса расходуется (минерализуется) в 20 раз больше, чем потребляется азота.

Математическое выражение баланса гумуса в почве имеет следующий вид:

$$БГ = ПК \times K_{Г} - (N_{Г}/5) \times K_{М} \times K_{К},$$

где БГ – баланс гумуса в почве, ц/га;

ПК – количество пожнивно-корневых остатков, ц/га;

K_{Γ} – коэффициент гумификации пожнивно-корневых остатков:

– для многолетних трав и люпина – 0,18;

– зерновых, зернобобовых, льна, однолетних трав (сена) – 0,15;

– силосных и однолетних трав на зеленую массу – 0,1;

– овощей, картофеля – 0,05;

N_{Γ} – количество азота, потребляемого за счет гумуса, кг/га (0,5 от общего потребления азота из почвы), так как многолетние бобовые травы из воздуха фиксируют 70% азота, а из почвы – 30%, то для них N_{Γ} составляет $30/2 = 15\%$, для зернобобовых – 20 %;

K_M – коэффициент на гранулометрический состав почвы:

– для песчаных почв – 1,8;

– супесчаных почв – 1,4;

– легкосуглинистых почв – 1,2;

– среднесуглинистых почв – 1,0;

– тяжелосуглинистых почв – 0,8;

K_K – коэффициент на группу культур:

– для многолетних трав – 1,0;

– культур сплошного сева – 1,2;32

– пропашных культур – 1,6;

– чистых паров – 2,0.

Условия задачи: поле озимой ржи, плановая величина урожая озимой ржи – 20,0 ц/га. Для формирования 1,0 ц требуется 2,9 кг азота, на весь урожай – 20,0 ц/га $\times$ 2,9 кг = 58 кг. Гранулометрический состав почвы – тяжелосуглинистый.

Скорость минерализации гумуса зависит от гранулометрического состава почвы, и поэтому на исчисленное количество N почвы, которое израсходовано на формирование урожая и на основании которого устанавливается масса минерализации гумуса, вводится поправка. Для тяжелого гранулометрического состава используется поправочный коэффициент 0,8. Отсюда $58,0 \times 0,8 = 46,4$.

Скорость минерализации между культурами различна, поэтому вводится соответствующий поправочный коэффициент (для культур сплошного посева) – 1,2, следовательно, $46,4 \times 1,2 = 55,7$. Такое количество азота израсходовано для формирования урожая 20 ц/га.

После каждой культуры на поле остаются пожнивно-корневые остатки, которые подвергаются минерализации и одновременно гумификации. Накопление пожнивно-корневых остатков определяется видом возделываемой культуры и ее урожайностью. Для всех зерновых при урожайности 16–20 ц/га используется коэффициент накопления пожнивно-корневых остатков, равный 1,2.

Урожайность озимой ржи 20 ц/га умножаем на коэффициент 1,2, получаем 24,0 ц/га.

Интенсивность гумификации культур различная. Коэффициент гумификации зерновых культур равен 0,15. Следовательно, 24 ц пожнивно-корневых остатков озимой ржи образовали 3,6 ц гумуса. Таким образом, на формирование урожая озимой ржи в 20 ц/га израсходовано в результате минерализации 11,1 ц/га гумуса. А из оставшихся пожнивно-корневых остатков образовалось 3,6 ц/га гумуса. Следовательно, баланс гумуса составляет: $3,6 - 11,1 = -7,5$ ц/га. Характер баланса от-

рицательный.

Для покрытия расхода гумуса (оптимизации баланса) необходимо внести органические удобрения.

Установлено, что при содержании в навозе 25% сухого вещества и влажности 75% коэффициент гумификации равен 0,20. Из одной тонны такого навоза в почве образуется 0,5 ц гумуса, т.е. для образования 1 ц гумуса требуется 1 т навоза. Если навоз перепревший, то для образования 1 ц гумуса достаточно 1,1 т навоза. Поэтому дефицит гумуса в 7,5 ц на поле озимой ржи покрывается внесением 8,3 т перепревшего навоза.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Химизация – одно из важнейших условий интенсивного земледелия.
2. Система применения удобрений и её основные задачи.
3. Поступление питательных веществ в растения в различные периоды роста.
4. Вынос питательных веществ урожаем сельскохозяйственных культур.
5. Использование питательных веществ растениями из почвы.
6. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений.
7. Основные экологические последствия применения азотных удобрений.
8. Агроэкологические аспекты применения фосфорных удобрений, особенности биогеохимического цикла фосфора.
9. Основные экологические проблемы при применении фосфорных удобрений.
10. Агроэкологические аспекты применения калийных удобрений.
11. Экологические проблемы при применении калийных удобрений.
12. Агроэкологические аспекты применения магния и серы в агроэкосистемах.
13. Понятие микроэлементов и тяжелых металлов. Проблема загрязнения агроэкосистем тяжелыми металлами.
14. Валовое содержание и доступные формы. Факторы, влияющие на доступность металлов в почве для поглощения растениями.
15. Особенности возделывания сельскохозяйственных культур на загрязненных тяжелыми металлами почвах.
16. Адаптационные механизмы растений к абиотическому стрессу, вызванному токсическим воздействием химических веществ.
17. Оценка соответствия почв и растениеводческой продукции экологическим и санитарно-гигиеническим нормативам.
18. Виды органических удобрений, применяемых в сельском хозяйстве, их сравнительная агрономическая и экономическая эффективность.
19. Влияние органических удобрений на функции и режимы почвы.
20. Агроэкологическая оценка применения сидеральных культур в агроэкосистемах.
21. Наиболее существенные нарушения технологии применения органических удобрений, их последствия.
22. Нормативно-правовые вопросы применения органических удобрений в сельском хозяйстве.

23. Использование растительной диагностики для определения потребности растений в питательных элементах.
24. Классификация методов определения доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры.
25. Определение доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на основе прямого использования результатов полевых опытов и агрохимических картограмм.
26. Метод элементарного баланса для определения доз минеральных удобрений на планируемую урожайность.
27. Определение доз минеральных удобрений на планируемую прибавку урожая.
28. Определение доз минеральных удобрений на планируемый урожай методом нормативного баланса.
29. Положительные и отрицательные стороны разных методов расчета доз удобрений.
30. Удобрение озимых и яровых зерновых культур.
31. Удобрение зерновых бобовых культур.
32. Удобрение кукурузы на зерно и силос.
33. Удобрение картофеля.
34. Удобрение многолетних трав и культурных пастбищ при орошении.
35. Удобрение подсолнечника и сахарной свеклы.
36. Удобрение основных овощных культур (капуста, свекла, морковь, огурцы, томаты, лук).
37. Влияние удобрений на качество урожая зерновых культур, картофеля, овощей и льна.
38. Известкование полей севооборота.
39. Особенности известкования в севооборотах со льном и картофелем.
40. Годовой план применения удобрений и его значение.
41. Возможные нормативы баланса питательных веществ в севооборотах различных почвенно-климатических зон.
42. Баланс питательных веществ в севообороте и его роль в разработке и проверке системы удобрения.
43. Роль зернобобовых культур, бобовых однолетних и многолетних трав в балансе азота в севооборотах.
44. Окультуривание почв перед закладкой плодового сада и ягодников. Применение удобрений при посадке.
45. Удобрение молодого и плодоносящего сада.
46. Агроэкологические требования к минеральным и органическим удобрениям.
47. Технология механизированных работ при заготовке и внесении органических удобрений.
48. Технология механизированных работ при хранении, доставке и внесении минеральных удобрений.
49. Экологические аспекты системы применения удобрений в севооборотах.
50. Методика расчета агрономической эффективности применения минеральных удобрений.
51. Методика расчета экономической эффективности применения минеральных удобрений.

52. Методика расчета энергетической эффективности применения минеральных удобрений.
53. Способы минимизации энергетических затрат на реализацию агротехнических приемов и технологий.
54. Требования стандартов, предъявляемые к безопасности агрохимикатов и пестицидов.
55. Требования, предъявляемые к безопасности растениеводческой продукции.
56. Требования, предъявляемые к компонентам агроэкосистемы при производстве органической продукции.
57. Требования, предъявляемые к компонентам агроэкосистемы в биологизированных системах земледелия.
58. Ограничения на реализацию мероприятий по производству сельскохозяйственной продукции в зависимости от специфики территории и вида производства.
59. Экологические ограничения на производство сельскохозяйственной продукции, связанные с зонами, для которых установлен особый режим охраны.
60. Ограничения на использование агрохимикатов в соответствии с природоохранными нормами.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки работы студентов на практических занятиях:

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, который свободно ориентируется в теме занятия, четко аргументирует собственную позицию, ставит уточняющие вопросы, выделяет ключевые проблемы обсуждения, подводит промежуточные итоги, проявляет искреннюю заинтересованность во мнении других участников обсуждения, правильно отвечает на вопросы преподавателя. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
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. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
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. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на

	уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Критерии оценки расчетных заданий:

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценка «пять» ставится в том случае, если студент верно решил задачу, свободно владеет методикой расчета, обладает необходимыми теоретическими знаниями, выводы обоснованы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	Оценка «четыре» ставится в том случае, если во время защиты работы, при верно выполненных расчетах, преподавателю приходилось периодически задавать студенту уточняющие/пояснительные вопросы для выяснения глубины знаний. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценка «три» выставляется студенту, если задача решена неверно, однако после замечания преподавателя студент нашел и исправил ошибку, а также если при верно выполненных расчетах во время защиты работы студент продемонстрировал отрывочные знания теоретической базы и методики выполнения расчетов. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Оценка «два» выставляется в том случае, если студент не справился с задачей и не смог объяснить суть работы и ответить положительно ни на один вопрос преподавателя. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 9

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	оценку «зачтено» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень	оценку «зачтено» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены все положительно не менее 75%, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень	оценку «зачтено» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, но не менее 65%, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень	оценку «не зачтено» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, (менее 65%) практические навыки не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кидин, Виктор Васильевич. Система удобрения: учебник / В. В. Кидин; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. — 532 с.: ил; 21 см. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа: http://elib.timacad.ru/dl/local/kidin_v.v._sistema_udobreniya_.pdf. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:http://elib.timacad.ru/dl/local/kidin_v.v._sistema_udobreniya_.pdf>.

2. Кидин, Виктор Васильевич. Агрохимия азота, фосфора и калия: учебное пособие / В. В. Кидин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. — 254 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/2999.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/2999.pdf>>.

3. Агроэкология : учебник для студентов вузов по агроном. спец. / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев; Ред. В. А. Черников, Ред. А. И. Черкес. - Москва : Колос, 2000. - 535 с.

4. Утилизация, переработка и использование сельскохозяйственных отходов: библиографический список литературы для студентов и преподавателей РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Вып. 9 / Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова; сост.: О. Ф. Антонова, Н. В. Кузнецова, А. Г. Цырульник. — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2019. — 20 с. — Коллекция: Библиографические указатели. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/2892.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/2892.pdf>>.

7.2 Дополнительная литература

1. Черников, В. А. Экология пищевых продуктов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по сельскохозяйственным специальностям / В. А. Черников, О. А. Соколов, С. В. Лукин. — Белгород : Общество с ограниченной ответственностью "КОНСТАНТА", 2013. — 606 с. — ISBN 978-5-9786-0262-3.

2. Ромодина, Л. В. Комплексная диагностика питания растений / Л. В. Ромодина, В. Ф. Волобуева, В. М. Лапушкин ; Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. — Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. — 238 с.

3. Экологизация земледелия: библиографический список литературы для студентов и преподавателей РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Вып. 11 / Рос-

сийский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова; сост.: О. Ф. Антонова, Н. В. Кузнецова, А. Г. Цырульник. — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2019. — 22 с. — Коллекция: Библиографические указатели. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/f01.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/f01.pdf>>.

7.3 Нормативные правовые акты

1. Водный кодекс РФ от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (с изменениями и дополнениями).

2. Земельный кодекс РФ от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (с изменениями и дополнениями).

3. Федеральный закон «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» № 101-ФЗ от 16 июля 1998 г. (с изменениями и дополнениями).

4. Федеральный закон от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ "О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами".

5. Федеральный закон "О мелиорации земель" № 4-ФЗ от 10 января 1996 г. (с изменениями и дополнениями).

6. Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. (с изменениями и дополнениями).

7. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. (с изменениями и дополнениями).

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

1. <https://elibrary.ru/>

2. <http://www.chem.msu.ru/rus/library/rusdbs.html>

3. <http://plodorodie-j.ru/>

4. <http://docs.cntd.ru/document/3691335>

5.

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71833632/?ysclid=m3rb3n5aa9795801733>

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

На кафедре имеются лекционные аудитории и аудитории для проведения практических занятий, оснащенные мультимедийным оборудованием; учебные лаборатории с холодной и горячей водой (водопровод и канализация), с химической посудой, реактивами и средствами противопожарной безопасности.

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**
Корпус 29, ауд. 203 Учебная лаборатория	1. 6 островных столов. 2. 5 пристенных столов для оборудования. 3. Стол преподавателя. 4. 32 стула. 5. Стационарный проектор, ноутбук.
Корпус 29, ауд. 217 Аудитория для проведения практических занятий	1. Мультимедиа проектор LED Xiaomi. 2. Ноутбук. 3. Маркерная доска. 4. 18 столов. 5. 36 стульев. 6. Стол преподавателя.
Библиотека, читальный зал, электронный чит. зал – ауд. № 144	Компьютеризированная система поиска научных и учебных материалов, сканер, сотрудник-консультант. Зал рассчитан на 32 рабочих места с бесплатным доступом к сети Интернет.
Аудитории для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал периодики, ком. 132	Представлены научные журналы и газеты за последние 5 лет, получаемые библиотекой по подписке, диссертации. Оборудование для ксерокопирования. Доступ к беспроводной сети Интернет (wi-fi).
Аудитории для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал учебной литературы, ком. 133	В открытом доступе представлена вся учебная и учебно-методическая литература, имеющаяся в фонде ЦНБ, агроклиматические справочники, 12 компьютерных мест с доступом в электронный каталог ЦНБ и Интернет.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Студентам следует:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы.
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы.

Цель практических занятий – помочь студентам в усвоении наиболее важных и сложных тем курса, а также способствовать выработке у студентов умения

ориентироваться в вопросах экологически обоснованных приемов и способов применения удобрений.

Цель лабораторных работ – развитие у студентов практических навыков по расчету экологически оптимальных и экономически обоснованных доз минеральных и органических удобрений в севообороте, а также навыков расчета баланса гумуса.

Рекомендации по подготовке к зачету.

Приступая к подготовке, важно с самого начала правильно распределить время и силы. Начинать подготовку следует с ознакомления с программой, списком литературы и основными понятиями. Подготовка должна заключаться не в простом прочтении пособий или учебников, а в составлении готовых текстов устных ответов на каждый вопрос билета. При изучении раздела (темы) следует уяснить его содержание из программы. Также необходимо подобрать и изучить основную и дополнительную литературу по каждому разделу (теме). При изучении литературы нужно выделять главное (определения, признаки, значимые факты, причинно-следственные связи и т.п.). Одновременно рекомендуется составлять краткий (4-5 пунктов) план ответа на каждый вопрос темы и располагать информацию согласно пунктам этого плана. Важным условием сдачи зачета является аргументация своей точки зрения с опорой на использованную специальную литературу.

Рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Выполняя самостоятельную работу, студент должен освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный по дисциплине «Экология».

Осуществляя самостоятельную работу, студент может использовать дополнительные учебные, учебно-методические и методические пособия и т.д., не указанные в списке, предложенным преподавателем. Если по определенной теме в соответствии с рабочей программой не осуществляется чтение лекции, то данная тема может обсуждаться на практическом занятии, либо студенты получают дополнительное задание и представляют в той или иной форме отчет о его выполнении.

Контроль самостоятельной работы бакалавра проводится на практических занятиях в виде опроса и защиты лабораторных работ. Бакалавр имеет возможность получить консультации у преподавателя в соответствии с его графиком текущих консультаций.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студент, пропустивший занятия, должен своевременно предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на вопросы преподавателя по пропущенным темам. В случае затруднения в понимании студентами вопросов для самостоятельного изучения предусмотрены консультации. При пропуске занятия, на котором выполнялась расчетная работа, студент дол-

жен, предварительно проработав теоретический материал к задаче, решить ее по выданному преподавателем заданию.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Начиная с первого занятия, педагог должен заложить основы будущих взаимоотношений со студенческой группой. Первое занятие может проходить в форме открытого диалога по вопросам экологических аспектов применения удобрений. В период обучения следует шире использовать мультимедийную технику для показа видео сюжетов по вопросам экологической направленности. В качестве контроля выполнения самостоятельной работы студенту может быть предложена подготовка презентации по изучаемой теме, что дисциплинирует его и повышает эффективность усвоения материала

Цель лекции – систематизация основы научных знаний по дисциплине, сконцентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых проблемах экологии и рационального природопользования.

Проведение практических занятий должно быть направлено на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы. Проведение лабораторных работ направлено на формирование навыков и умений производить необходимые расчеты и применять в практической деятельности полученные теоретические знания.

Программу разработала:

Андреева И.В., к. б. н., доцент



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.09 «Агроэкологические основы применения удобрений» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование»,
направленность: «Экологический мониторинг и агроэкология»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Смолиной Галиной Алексеевной, доцентом кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кандидатом биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Агроэкологические основы применения удобрений» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность: «Экологический мониторинг и агроэкология» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре экологии, разработчик: Андреева Ирина Викторовна, доцент кафедры экологии, кандидат биологических наук.

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины Б1.В.09 «Агроэкологические основы применения удобрений» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование». 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 вариативной части учебного цикла – Б1.В.09.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Агроэкологические основы применения удобрений» закреплена одна профессиональная компетенция. Дисциплина «Агроэкологические основы применения удобрений» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях.

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 «Агроэкологические основы применения удобрений» составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Агроэкологические основы применения удобрений» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению – 05.03.06. «Экология и природопользование» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, и может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Агроэкологические основы применения удобрений» предполагает 8 занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов и защита лабораторных работ, задания

практических занятий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.09 ФГОС направления 05.03.06. «Экология и природопользование».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, интернет-ресурсы – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Агроэкологические основы применения удобрений» 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 «Агроэкологические основы применения удобрений».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Агроэкологические основы применения удобрений» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность «Экологический мониторинг и агроэкология», разработанная доцентом кафедры экологии, кандидатом биологических наук Андреевой И.В., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Смолина Галина Алексеевна, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кандидат биологических наук

« 04 » мая 2026 г.