

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: и.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 08.12.2025 13:32:03

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315354aed8612a7c5a0c2cf217bc1e29



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:

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



Д.М. Бенин

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.19 Методы экологических исследований

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность: Агроэкология и экологически безопасная продукция

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик:
Александров Н.А., старший преподаватель


«25» июня 2025 г.

Рецензент:
Борисов Б.А. д.б.н., профессор


«26» июня 2025 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии
протокол №16/25 от «27» июня 2025 г.

И.о. зав. кафедрой, к.б.н., доцент

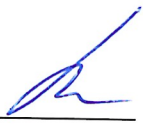

М.В. Тихонова
«27» июня 2025г.

Согласовано:

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


Е.В. Щедрина
«25» августа 2025г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой экологии
к.б.н., доцент


М.В. Тихонова
«25» августа 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


Сидорова А.А.
(подпись)

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.О.19 Методы экологических исследований

по направлению подготовки 05.03.06 - «Экология и природопользование»

направленность Агроэкология и экологически безопасная продукция

Цель дисциплины – формирование у бакалавров системного понимания сущности и причинной обусловленности проблем взаимодействия общества и природы, овладение методами природоохранной работы на различных уровнях хозяйственной деятельности и формирование у студентов представления об адаптивных возможностях и функциональных резервах окружающей среды в различных экологических условиях.

После освоения дисциплины студент должен грамотно проводить натурные исследования состояния компонентов окружающей среды. Овладев материалом природоохранного значения, студент сможет решать конкретные задачи, управления технологического и экспертного назначения, творчески использовать полученные навыки, осуществлять исследовательскую работу.

Место дисциплины в основной образовательной программе: цикл Б1.О, дисциплина входит в обязательную часть учебного плана; дисциплина осваивается в четвертом семестре.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3.

Краткое содержание дисциплины: интегрирует полученные ранее знания по курсам «Общая экология», «Сельскохозяйственная экология», «Почвоведение и картография почв», «Ботаника с основами геоботаники» и ориентирована на приобретение студентами умения и навыков проведения экологической экспертизы сельскохозяйственных объектов на основе знаний методов экологических исследований в системе экологического менеджмента, овладение соответствующими методами и исследования в ухудшении качества компонентов окружающей среды, ее природных и природно-антропогенных образований, деградации флоры и фауны и уменьшения видового разнообразия, дегармонизации естественных процессов, а также нарушений биогеохимических циклов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 ак.ч)

Промежуточный контроль по дисциплине: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы экологических исследований» является расширение и углубление теоретических и практических знаний студентов о необходимости применения специальных методов исследования при прогнозировании развития экологических ситуаций на различных уровнях техногенного воздействия. Владеть приемами и способами инструментального анализа при изучении производственной среды на изучаемой территории.

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	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	7
ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ	10
<i>Общие методы экологических исследований; блок-схема МЭИ</i>	10
<i>Лекция № 6. Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, pH). Методы определения содержания элементов питания. Методы измерения потоков почвенного дыхания. Потоки тепла и энергии.</i>	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	18
ВОПРОСЫ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМОВ	18
ПРИМЕР ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ ДАТЧИКОВ МЕТЕР. ПОВТОРЕНИЕ «ПАРАДОКСА МПЕМБЫ»	18
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	22
<i>Критерии оценки работы студентов на коллоквиуме:</i>	22
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	24
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	25
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	25
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	26
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	26
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	27
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ	27
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	28
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ	28
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СТУДЕНТАМИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	29
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	30
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30

2. Место дисциплины в учебном процессе

«Методы экологических исследований» относится к обязательной части учебного плана Блока 1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина «Методы экологических исследований» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов: 13 «Сельское хозяйство» 13.023 агрохимик-почвовед, 26 «Химическое, химико-технологическое производство» 26.008 технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий и ОПОП ВО 3++ и Учебного плана по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы экологических исследований» являются: «Общая экология», «Сельскохозяйственная экология», «Почвоведение и картография почв», «Ботаника с основами геоботаники».

Дисциплина «Методы экологических исследований» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Охрана окружающей среды», «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды», «Основы экологического нормирования в природопользовании», «Управление состоянием окружающей среды», «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)», «ГИС в экологии и природопользовании», «Основы экологического проектирования и картографирования», «Основы агроэкологического проектирования и картографирования».

Особенностью изучения дисциплины заключается в том, что при ее изучении происходит интеграция ранее полученных знаний, их углубление, рассматривается практический аспект их применения. Содержание программы дисциплины базируется на знаниях, полученных ранее и раскрывает фундаментальные представления наук о жизни на более глубоком естественнонаучном и философском уровне, дает возможность рассмотреть основные понятия и законы экологии применительно к почвенным системам возрастающей сложности.

Рабочая программа дисциплины «Методы экологических исследований» 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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:				
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	знать уметь владеть
1.	ОПК-3	Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 - Иметь опыт применения на практике полевых методов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	применения на практике полевых методов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности знаниями о полевых методах экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности
			ОПК-3.2 - Владеть базовыми методами лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности	применять базовые методы лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности
			ОПК-3.3 - Уметь применять на практике современные методы математической обработки результатов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	Знать о современных методах математической обработки результатов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 ак.ч), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	в т.ч. в 4 семестре
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	58,4	58,4
Аудиторная работа	58,4	58,4
лекции (Л)	28	28
Лабораторные занятия (ЛЗ)	28	28
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	85,6	85,6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)	58,6	58,6
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27
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	ЛР	ПКР	
Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем. Блок-схема МЭИ	16	4	2		10
Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.	20	4	6		10
Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.	18	4	4		10
Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.	21	6	6		9
Раздел 5. Методы анализа воздушной среды	21	6	6		9

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 6. Активные и пассивные радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли, и обработка получаемой ими информации.	18,6	4	4		10,6
Консультации перед экзаменом	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Подготовка к экзамену	27				27
Всего за 4 семестр	144	28	28	2,4	85,6
Итого по дисциплине	144	28	28	2,4	85,6

Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем

Тема 1.1 Общие методы экологических исследований; блок-схема МЭИ

Блок-схема и современная парадигма экологического мониторинга. Место методов экологических исследований в парадигме. Активный и пассивный эксперимент. Методы, используемые при координации живых организмов и экосистем: метод экологических шкал, метод ординации; метод биологических тестов. Методы организации и проведения длительных наблюдений на экологических стационарных площадках и полигонах.

Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге

Тема 2.1 Сенсоры и преобразователи; общие схемы

Принципы схемы работы сенсоров. Измерение напряжения, тока и сопротивления. Датчики. Резистивные датчики. Пример: от датчика света к преобразователю света. Пример: от термистора к датчику температуры. Пример работы датчиков температуры воздуха, почвы и воды. Термопара и ее применение. Делитель напряжения источника. Принципиальные схемы: 1-4 датчика. Настройка диапазона. Характеристики датчика. Электрохимические датчики. Динамические характеристики и потенциометр. Направление ветра. Диэлектрические свойства. Пьезоэлектрические датчики и почвенные тензиометры.

Тема 2.2 Системы сбора данных

Регистраторы данных (дата-логгер). Программное обеспечение в мониторинге окружающей среды. Аналого-цифровые каналы. Часы реального времени. Связь с регистратором данных, управление и сбора данных.

Тема 2.3 Беспроводные технологии и телеметрия. Беспроводные сенсорные сети

Волновые понятия, спектр, распространение. Wi-Fi. Технология LoRa. Internet of Thing (IoT). Модель OSI. Сетевые протоколы для мониторинга

окружающей среды. Применение WSN для определения параметров компонентов экосистем.

Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль

Тема 3.1 Санитарно-гигиенические и биогеохимические показатели загрязнения агроэкосистем

Нормативы качества окружающей среды в системе государственного экологического мониторинга. Показатель ПДК: достоинства и недостатки. Государственный экологический контроль. Фоновый и импактный мониторинг.

Тема 3.2 Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга

Дистанционные, полевые и лабораторные методы экологического мониторинга. Математическое моделирование в системе экологического мониторинга. Пространственно-временные масштабы наблюдений и частота отбора проб. Дизайн выборки: сетки, маршруты, репликации, контрольные и референсные площадки. Стационарные посты, мобильные лаборатории, автономные датчики. Мониторинг метеоусловий: температура, влажность, радиация, ветер, осадки. Мониторинг почвы: влага, температура, электропроводность, pH, органическое вещество, газообмен. Экологический мониторинг гидросферы: уровень/расход, температура, растворённый кислород, БПК/ХПК. Экологический мониторинг атмосферного воздуха: PM, NO_x, SO₂, O₃, NH₃, ЛОС; источники загрязнений и фон. Биоиндикация: фитосанитарные показатели, биоразнообразие, индексы состояния растительности. Введение в дистанционные методы экологического мониторинга: спутники, БПЛА, LiDAR, SAR; мульти- и гиперспектр.

Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды

Тема 4.1 Физико-химические методы анализа почвенных параметров

Экспресс и лабораторные методы определения основных параметров почвы: температура, влажность, pH; методы определения содержания элементов питания. Методы измерения потоков почвенного дыхания. Потоки тепла и энергии.

Тема 4.2 Методы анализа растительности.

Методы определения проективного покрытия растения, индекс листовой пластины (LAI). Методы определения транспирации. Методы анализа древостоя: дендрохронология, сокодвижение, высота, обхват ствола, рост.

Тема 4.3 Оценка продуктивности растений.

Газообмен. Комбинированная флуоресценция хлорофилла с газообменом. Методы микрометеорологических измерений потоков. Ковариация: обзор основных понятий. Метод турбулентных пульсаций.

Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.

Тема 5.1 Атмосфера Земли.

Вертикальная структура. Качество приземного воздуха. Твердые частицы. Станции Flux-net. Единицы измерения загрязняющих веществ.

Тема 5.2 Оптические устройства.

Фотодиод, линейная фотодиодная матрица и устройства с зарядовой связью. Дисперсионные спектрометры. Фотоумножители. Разделитель луча. Интерферометр с преобразованием Фурье. Волоконная оптика.

Тема 5.3 Методы измерения.

Методы измерения с использованием образцов в закрытом контуре. Оптическая абсорбционная спектроскопия. Хемилюминесцентный анализатор. Флуоресценция. Методы измерения с использованием открытого пути.

Раздел 6. Активные и пассивные радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли, и обработка получаемой ими информации.

Тема 6. Обработка данных, получаемых с помощью активных и пассивных радиолокационных систем

Активные радиолокационные системы ДЗЗ. Пассивные радиолокационные системы ДЗЗ. Методы обработки данных ДЗ, полученных из различных источников. Применение данных ДЗ в экологических исследованиях и в экологическом мониторинге.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/ и контрольные мероприятия

№ №	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часо в
1	Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем				6
	Тема 1.1 Общие методы экологическ их исследовани й; блок- схема МЭИ	Лекция №1 Блок-схема методов экологических исследований. Методы, используемые при координации живых организмов и экосистем: метод экологических шкал, метод ординации; метод биологических тестов. Методы организации и проведения длительных наблюдений на экологических стационарных площадках и полигонах.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		4

№ №	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часо в
		Лабораторная работа № 1 Ознакомительная работа с IoT-системой мониторинга «CropTalker»	ОПК-3.3	устный опрос по лекции выполнение ЛР	2
2	Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.				10
	Тема 2.1. Сенсоры и преобразоват ели; общие схемы	Лекция №2 Принципы схемы работы сенсоров. Измерение напряжения, тока и сопротивления. Датчики. Резистивные датчики. Пример: от датчика света к преобразователю света. Пример: от термистора к датчику температуры. Пример работы датчиков температуры воздуха, почвы и воды. Термопара и ее применение. Делитель напряжения источника. Принципиальные схемы: 1-4 датчика. Настройка диапазона. Характеристики датчика. Электрохимические датчики. Динамические характеристики и потенциометр. Направление ветра. Диэлектрические свойства. Пьезоэлектрические датчики и почвенные тензиометры.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа № 2 Калибровка датчика расстояния устройства CropTalker. Постановка эксперимента по оценке работоспособности датчика.	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	4
	Тема 2.2 Системы сбора данных	Лабораторная работа № 3 Измерение температуры воды при помощи датчиков Meter. Повторение «парадокса Мпембы»	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	2

№ №	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часо в
	Тема 2.3 Беспроводны е технологии и телеметрия. Беспроводны е сенсорные сети	Лекция №3 Волновые понятия, спектр, распространение. Wi-Fi. Технология LoRa. Internet of Thing (IoT). Сетевые протоколы для мониторинга окружающей среды. Применение WSN для определения параметров компонентов экосистем.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
3	Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.				8
	Тема 3.1 Санитарно- гигиеническ ие и биогеохимич еские показатели загрязнения агроэкосисте м. Показатель ПДК, достоинства и недостатки	Лекция №4. Санитарно- гигиенические и биогеохимические показатели загрязнения агроэкосистем. Показатель ПДК, достоинства и недостатки. Государственный экологический контроль. Фоновый и импактный мониторинг.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
	Тема 3.2 Инструмента льно- методическое обеспечение экологическо го мониторинга .	Лекция №5. Инструментально- методическое обеспечение экологического мониторинга.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №4. Основы статистического анализа. Статистическая обработка, полученных в ходе исследований данных.	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	4
4	Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.				12
	Тема 4.1 Физико- химически методы анализа почвенных параметров	Лекция № 6. Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, рН). Методы определения содержания элементов питания. Методы измерения потоков почвенного дыхания. Потоки тепла и энергии.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №5	ОПК-3.3	Выполнение	2

№ №	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часо в
		Измерение потоков почвенного дыхания при помощи мобильного газоанализатора PP System EGM-5		ЛР	
	Тема 4.2 Методы анализа растительнос- ти	Лекция №7. Методы определения проективного покрытия растения, индекс листовой пластины (LAI). Методы определения транспирации. Методы анализа древостоя: дендрохронология, сокодвижение, высота, обхват ствола, рост.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №6 Измерение индекса листовой пластины с помощью Li-2200. Применение лазерного сканирования при оценке LAI	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	2
	Тема 4.3 Оценка продуктивно- сти растений.	Лекция №8 Газообмен. Комбинированная флуоресценция хлорофилла с газообменом. Методы микрометеорологических измерений потоков. Коварияция: обзор основных понятий. Метод турбулентных пульсаций.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
5	Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.				12
	Тема 5.1 Атмосфера Земли	Лекция №9 Вертикальная структура. Качество приземного воздуха. Твердые частицы. Станции Flux-net. Единицы измерения загрязняющих веществ.	ОПК-3.1, ОПК-3.2.		2
		Лабораторная работа №7 Ознакомление с методом атомно-абсорбционного спектроскопии при определении ионов тяжелых металлов в почвенных растворах. Моделирование антропогенных нагрузок в форме «кислотных дождей» и их влияние на почвы,	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	4

№ №	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часо в
		поверхностные воды.			
	Тема 5.2 Оптические устройства.	Лекция №10 Фотодиод, линейная фотодиодная матрица и устройства с зарядовой связью. Дисперсионные спектрометры. Фотоумножители. Разделитель луча. Интерферометр с преобразованием Фурье. Волоконная оптика.	ОПК-3.1, ОПК-3.2.		2
	Тема 5.3 Методы измерения	Лекция №11 Методы измерения с использованием образцов в закрытом контуре. Оптическая абсорбционная спектроскопия. Хемилюминесцентный анализатор. Флуоресценция. Методы измерения с использованием открытого пути.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №8 измерения концентрации CO ₂ в помещении датчиками MHZ19и SCD30	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	2
6	Раздел 6. Активные и пассивные радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли, и обработка получаемой ими информации.				4
	Тема 6.1 Обработка данных, получаемых с помощью активных и	Лекция №12 Экологический мониторинг с использованием дистанционного зондирования Земли	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2

№ №	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часо в
	пассивных радиолокаци онных систем	Лабораторная работа №9 Обработка данных, полученных с помощью активных и пассивных радиолокационных систем	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем		
1	Тема 1.1. Общие методы экологических исследований; блок-схема МЭИ.	1. Методы организации и проведения длительных наблюдений на экологических стационарных площадках и полигонах. ОПК-3.1,
Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге		
2	Тема 2.1. Сенсоры и преобразователи; общие схемы	1. Принципы схемы работы сенсоров. 2. Измерение напряжения, тока и сопротивления. 3. Датчики. Резистивные датчики. 4. Термопара и ее применение. 5. Делитель напряжения источника. ОПК-3.1, ОПК-3.2
3	Тема 2.2 Системы сбора данных.	1. Регистраторы данных (дата-логгер). 2. Программное обеспечение в мониторинге окружающей среды. Аналого-цифровые каналы. 3. Часы реального времени. Связь с регистратором данных 4. Управление и сбор данных. ОПК-3.2, ОПК-3.3
4	Тема 2.3 Беспроводные технологии и телеметрия. Беспроводные сенсорные сети	1. Волновые понятия, спектр, распространение. 2. Технология LoRa. Internet of Thing (IoT). 3. Сетевые протоколы для мониторинга окружающей среды. ОПК-3.1, ОПК-3.2
Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.		
5	Тема 3.1 Санитарно-гигиенические и биогеохимические показатели	1. Показатель ПДК: достоинства и недостатки. 2. Биогеохимические показатели оценки

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	загрязнения агроэкосистем	загрязнения почв и экосистем. ОПК-3.1, ОПК-3.2
6	Тема 3.2 Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга	1.Мониторинг метеоусловий: температура, влажность, радиация, ветер, осадки. 2.Мониторинг почвы: влага, температура, электропроводность, pH, органическое вещество, газообмен. ОПК-3.1, ОПК-3.2
Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.		
7	Тема 4.1 Физико-химически методы анализа почвенных параметров	1. Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, pH). 2. Методы определения содержания элементов питания. 3. Методы измерения потоков почвенного дыхания. Потоки тепла и энергии. ОПК-3.1, ОПК-3.3
8	Тема 4.2 Методы анализа растительности	1. Методы определения проективного покрытия растения, индекс листовой пластины (LAI). 2. Методы определения транспирации. 3. Методы анализа древостоя: дендрохронология, сокодвижение, высота, обхват ствола, рост. ОПК-3.2, ОПК-3.3
9	Тема 4.3 Оценка продуктивности растений	1. Газообмен. Комбинированная флуоресценция хлорофилла с газообменом. 2. Методы микрометеорологических измерений потоков. 3. Ковариация: обзор основных понятий. Метод турбулентных пульсаций. ОПК-3.1, ОПК-3.2
Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.		
10	Тема 5.1 Атмосфера Земли.	1. Вертикальная структура. 2. Качество приземного воздуха. 3. Твердые частицы. Единицы измерения загрязняющих веществ. 4. Станции Flux-net. ОПК-3.2, ОПК-3.3
11	Тема 5.2 Оптические устройства.	1. Фотодиод, линейная фотодиодная матрица и устройства с зарядовой связью. 2. Дисперсионные спектрометры. 3. Фотоумножители. Разделитель луча. 4.Интерферометр с преобразованием Фурье. Волоконная оптика. ОПК-3.1, ОПК-3.3
12	Тема 5.3 Методы измерения.	1. Методы измерения с использованием образцов

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		в закрытом контуре. 2. Оптическая абсорбционная спектроскопия. Хемиллюминесцентный анализатор. 3. Флуоресценция. Методы измерения с использованием открытого пути. ОПК-3.1, ОПК-3.2
Раздел 6. Активные и пассивные радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли, и обработка получаемой ими информации		
13	Тема 6.1 Обработка данных, получаемых с помощью активных и пассивных радиолокационных систем	1. Активные радиолокационные системы ДЗЗ. 2. Пассивные радиолокационные системы ДЗЗ. 3. Методы обработки данных ДЗ, полученных из различных источников. 4. Применение данных ДЗ в экологических исследованиях и в экологическом мониторинге. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

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.	Ознакомительная работа с IoT-системой мониторинга «CropTalker»	ЛР	Работа в малых группах
2.	Калибровка датчика расстояния устройства CropTalker. Постановка эксперимента по оценке работоспособности датчика	ЛР	Работа в малых группах
3.	Измерение температуры воды при помощи датчиков Meter. Повторение «парадокса Мпембы»	ЛР	Работа в малых группах
4.	Основы статистического анализа. Статистическая обработка, полученных в ходе исследований данных.	ЛР	Работа в малых группах
5.	Измерение потоков почвенного дыхания при помощи LiCore Li820	ЛР	Работа в малых группах
6.	Измерение индекса листовой пластины с помощью LiCore LAI 2200. Применение лазерного сканирования при оценке LAI	ЛР	Работа в малых группах
7.	Ознакомление с методом атомно-абсорбционного спектроскопии при определении ионов тяжелых металлов в почвенных растворах. Моделирование антропогенных нагрузок в форме «кислотных дождей» и их влияние на почвы, поверхностные воды	ЛР	Работа в малых группах
8.	Измерения концентрации CO ₂ в помещении датчиками MHZ19и SCD30	ЛР	Работа в малых группах

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
9.	Обработка данных, полученных с помощью активных и пассивных радиолокационных систем	ЛР Работа в малых группах

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

Вопросы для коллоквиумов

Пример вопросов к коллоквиуму: Разделы 1-3

Парадигма экологического мониторинга;
 Принципы выбора контроля в активном эксперименте;
 Рандомизация при пространственной организации многофакторного активного эксперимента;
 Греко-латинские квадраты при пространственной организации многофакторного активного эксперимента;
 Постоянный и переменный ток. Проводимость и удельное сопротивление;
 Электрические цепи. Базовые физические понятия;
 Основные компоненты, выделяемые в электрической цепи;
 Закон Ома;
 Первое правило Кирхгофа;
 Второе правило Кирхгофа;
 Основные принципы работы с современным мультиметром;
 Делитель напряжения - использование в датчиках;
 Термистор как датчик температуры;
 Формула расчета температуры для датчиков РТС;
 Формула расчета температуры для датчиков НТС;
 Статические характеристики датчиков. Явление гистерезиса;
 Влияние напряжения на линейность отклика термистора;
 Поправка на саморазогрев термистора в результате эффекта Джоуля-Ленца.

Пример лабораторной работы. Измерение температуры воды при помощи датчиков Meter. Повторение «парадокса Мпембы»

«Парадокс Мпембы» предполагает, что горячая вода замерзает быстрее, чем холодная. В рамках данной лабораторной работы студенты знакомятся с работой датчиков мониторинга температуры воды и почвы, а также учатся статистически обрабатывать полученные результаты опыта.

Для работы, студенты набирают две ёмкости с водой с различными температурами (один стакан с температурой около 85°C, второй стакан с

температурой около 65°C. Далее, с помощью ПО студенты на протяжении часа считают ежеминутные изменения показателей датчиков через дата-логгер.

В результате, бригада должна составить графики изменения температуры воды и на их основе рассчитать скорость остывания горячей и теплой воды.

Верно выполненной лабораторной работе считается, если скорость остывания горячей воды выше скорости остывания теплой, а также студентами предоставлены полные исходные данные, полученные в ходе выполнения лабораторной работы.

Вопросы к коллоквиуму: Разделы 4,5

1. Методы определения содержания элементов питания.
2. Методы определения индекса листовой пластины.
3. Метод турбулентных пульсаций.
4. Методы определения основных параметров почв.
5. Методы измерения с использованием образцов в закрытом контуре.
6. Оптическая абсорбционная спектроскопия.
7. Методы измерения с использованием открытого пути.
8. Методы микрометеорологических измерений.
9. Опишите газообмен в системе «почва-атмосфера».
10. Дисперсионные спектрометры.

Перечень вопросов для текущего устного опроса и защиты лабораторных работ

Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем. Блок-схема МЭИ

1. Блок-схема методов экологических исследований.
2. Методы, используемые при ординации живых организмов и экосистем: метод экологических шкал, метод ординации; метод биологических тестов.
3. Методы организации и проведения длительных наблюдений на экологических стационарных площадках и полигонах.
4. Системы слежения за параметрами экосистем: стационарные и передвижные технологические комплексы, оснащенные инструментальными методами анализа, компьютерами и другим оборудованием.
5. Учет парниковых газов с помощью электронных приборов и оборудования на «вышках».
6. Метод ключевых участков; метод пробных площадок; методы трендовый и закладки почвенно-геохимических катен.

Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.

1. Принципиальные рабочие съемы сенсоров.
2. Приведите пример работы датчиков температуры воздуха, почвы
3. Почвенные тензиометры, для чего нужны.

4. Термопара и ее применение.
5. Регистратор данных.
6. Аналого-цифровые каналы.
7. Беспроводные технологии и телеметрия.
8. Беспроводные технологии и телеметрия.
9. Применение WSN для определения параметров компонентов экосистем.
10. Примеры формата необработанных данных

Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный экологический контроль.

1. Показатель ПДК, достоинства и недостатки.
2. Биогеохимические показатели оценки загрязнения почв и экосистем.
3. Государственный контроль в области охраны окружающей среды.
4. Фоновый и импактный мониторинг для разработки природоохранных мероприятий.

Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.

1. Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, Ph).
2. Методы определения проективного покрытия растения, индекс листовой пластины (LAI).
3. Комбинированная флуоресценция хлорофилла с газообменом.
4. Метод турбулентных пульсаций.
5. Физико-химические методы анализа почвенных параметров.
6. Методы измерения потоков почвенного дыхания.
7. Газообмен в системе «почва-атмосфера».

Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.

1. Качество приземного воздуха.
2. Твердые взвешенные частицы.
3. Дисперсионные спектрометры.
4. Интерферометр с преобразованием Фурье.
5. Фотоумножители.

Раздел 6. Активные и пассивные радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли, и обработка получаемой ими информации

1. Основные виды активных и пассивных радиолокационных сенсоров;
2. Принцип работы активных сенсоров;
3. Получение цифровых и математических моделей местности с помощью радарной съемки;
4. Основные вегетационные индексы, применяемые при мониторинге экосистем;
5. Основной смысл фотограмметрии;
6. Принципы построения цифровых моделей рельефа;
7. Применение лидарной съемки для целей экологического мониторинга;
8. NDVI как основной вегетационный индекс.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Парадигма экологического мониторинга
2. Принципы выбора контроля в активном эксперименте
3. Рандомизация при пространственной организации многофакторного активного эксперимента
4. Греко-латинские квадраты при пространственной организации многофакторного активного эксперимента
5. Электрические цепи. Базовые физические понятия
6. Постоянный и переменный ток. Проводимость и удельное сопротивление
7. Закон Ома
8. Причины нарушения закона Ома на участке цепи
9. Закон Джоуля-Ленца
10. Основные компоненты выделяемые в электрической цепи
11. Первое правило Кирхгофа
12. Делитель напряжения - использование в датчиках
13. Второе правило Кирхгофа
14. Основные принципы работы с современным мультиметром
15. Основные типы датчиков
16. Статические характеристики датчиков. Явление гистерезиса
17. Термистор как датчик температуры
18. Поправка на саморазогрев термистора в результате эффекта Джоуля-Ленца
19. Влияние напряжения на линейность отклика термистора
20. Общая схема дистанционного зондирования Земли
21. Типы сенсоров используемых в ДЗЗ
22. Пространственное, спектральное и временное масштабирование при ДЗЗ
23. Калибровки в ДЗЗ и важность наземной калибровки
24. Группировки спутников и связанные с ними продукты на примере MODIS
25. Основные принципы выделения биохимических соединений по данным ДЗЗ
26. Основные вегетационные индексы и их комбинирование в целях ДЗЗ
27. Базовые экологические показатели GPP, Reco, NPP, LAI, PAR
28. Первичная продуктивность по модели Лита-Райнштайна
29. NDVI как первый вегетационный индекс - история появления
30. Связь NDVI, LAI, fAPAR
31. Определение продуктивности экосистем по уравнению Монтейта
32. Сценарии изменения запасов углерода в зависимости от скорости изменения климата
33. Ризосферный эффект и зависимость скорости почвенного дыхания от плотности корней
34. Сравнение скоростей разложения различных субстратов
35. Профили концентрации углерода в экосистеме и почве
36. Зависимость скорости почвенного дыхания от погодных условий
37. Динамика почвенного дыхания в агроэкосистемах в зависимости от фенофаз и с.-х. активности
38. Моделирование скорости дыхания от температуры и влажности почвы

39. Основные принципы измерения почвенного дыхания экспозиционными почвенными камерами
40. Основные методы измерения почвенного дыхания
41. BEF, BCEF - определение, способ применения в аллометрии
42. Способы определения запасов углерода лесных экосистем по IPCC
43. Особенности определения высоты деревьев
44. Типовые формы стволов деревьев выделяемые в аллометрии
45. Ограничения и особенности при измерении обхвата деревьев
46. Основные применяемые способы измерения LAI и их ограничения
47. Базовое устройство LAI-2200
48. Особенности измерения LAI травянистых растений с помощью LI-COR 2200
49. Особенности измерения LAI отдельных деревьев с помощью LI-COR 2200
50. Особенности измерения LAI плотного древостоя с помощью LI-COR 2200

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

Виды текущего контроля: балльно-рейтинговая система, коллоквиумы, защита групповых лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля: экзамен.

Критерии оценки успеваемости студентов по балльно-рейтинговой системе¹:

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.

Студенты зарабатывают баллы за работу на лабораторных занятиях (подготовку и защиту отчетов, ответы на вопросы преподавателя), ответы на коллоквиумах (до 10 баллов за коллоквиум), в сумме до 100 баллов за защиту всех отчетов по лабораторным работам. За ответы на экзаменационные вопросы студент может получить не более 50 баллов с учетом дополнительных вопросов.

Критерии оценки работы студентов на коллоквиуме:

Таблица 7

Шкала оценивания, баллы	Критерии оценивания
8-10 баллов	От 8 до 10 баллов заслуживает студент, который свободно ориентируется в теме коллоквиума, четко отвечает на заданные вопросы, способен самостоятельно размышлять и находить ответы на дополнительные вопросы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
5-7 баллов	От 5 до 7 баллов заслуживает студент, который хорошо

¹ Решение о виде системы контроля принимается на кафедре, закреплённой за данной дисциплиной.

	разобрался в теме коллоквиума, освоил теоретический материал, но по отдельным вопросам дает не точный ответ, не способен ответить на дополнительные вопросы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
1-4 баллов	От 0 до 4 баллов заслуживает студент, который частично с пробелами ориентируется в теме коллоквиума, часто путает или не знает терминологию и формулировки, требуются наводящие вопросы, не может ответить на дополнительные вопросы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
0 баллов	0 баллов заслуживает студент, не освоивший компетенции и теоретический материал. На вопросы коллоквиумы не ответил или ответил совсем неверно. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

Критерии оценки отчетов по лабораторным работам:

Таблица 8

Шкала оценивания, баллы	Критерии оценивания
8-10 баллов	8-10 баллов ставится в том случае, если студент свободно владеет методикой работы и обладает необходимыми теоретическими знаниями по теме работы, правильно выполнил задание на лабораторную работу, отчет оформлен согласно ГОСТ. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
5-7 баллов	5-7 баллов ставится в том случае, если во время защиты работы, при надлежаще оформленной работе и верно выполненном задании, преподавателю приходилось периодически задавать студенту уточняющие/пояснительные вопросы для выяснения глубины знаний. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
1-4 баллов	1-4 баллов выставляется студенту, если во время защиты работы, при надлежаще оформленной работе и верно выполненном задании, студент продемонстрировал отрывочные знания теоретической базы и методики выполнения работы, недостаточно проработан анализ. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
0 баллов	Оценка «два» выставляется в том случае, если в ответах студента на вопросы преподавателя выявлена слабая осведомленность о цели, задачах и методике работы, работа оформлена ненадлежащим образом, анализ выполнен поверхностно и/или неверно. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Результаты БРС, для оценки работы студента по дисциплине в целом, переводятся в традиционную систему контроля и оценки успеваемости

студентов. Критерии перевода баллов в традиционные оценки успеваемости приведены в таблице 9.

Таблица 9

Шкала оценивания, баллы	Критерии оценивания
>209 Высокий уровень «5» (отлично)	Оценка «отлично» ставится в том случае, если студент свободно владеет методикой работы и обладает необходимыми теоретическими знаниями по теме работы, правильно выполнил все задания, работа оформлена должным образом. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
160-209 Средний уровень «4» (хорошо)	Оценка «хорошо» ставится в том случае, если во время защиты работы, при надлежаще оформленной работе и верно выполненных заданиях, преподавателю приходилось периодически задавать студенту уточняющие/пояснительные вопросы для выяснения глубины знаний. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
120-159 Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если во время защиты работы, при надлежаще оформленной работе и верно выполненных заданиях, студент продемонстрировал отрывочные знания теоретической базы и методики выполнения работы, недостаточно проработан анализ. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне - достаточный
<120 Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется в том случае, если в ответах студента на вопросы преподавателя выявлена слабая осведомленность о цели, задачах и методике работы, работа оформлена ненадлежащим образом, анализ выполнен поверхностно и/или неверно. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Лабораторные работы и отчеты по ним оформляются в компьютерном классе. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Методические рекомендации по использованию IoT устройств агроэкологического мониторинга / И. И. Васенев, А. М. Ярославцев, Н. А. Александров [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2023. – 80 с. 1 экз., в доп.

2. Методы экологических исследований: учебное пособие / Е. Ю. Александрова, Л. В. Милякова. — Мурманск: МАГУ, 2021. — 109 с. — ISBN 978-5-4222-0446-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — [URL:https://e.lanbook.com/book/266033](https://e.lanbook.com/book/266033)

3. Основы дистанционного зондирования в экологии, почвоведении и природопользовании. Практикум: Учебно-методическое пособие / Д. В. Морев, В. А. Потапова, А. М. Ярославцев [и др.]; ред.: К.П. Хайдуков, А.В. Чинилин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2024. — 136 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа: http://elib.timacad.ru/dl/full/s20122024ODZ_24_Potapova.pdf.

7.2 Дополнительная литература

1. Бузмаков, С. А. Экологический мониторинг : учебник для вузов / С. А. Бузмаков, С. М. Костарев, О. С. Клочихина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 140 с. — ISBN 978-5-507-54493-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/508962>

2. Организация и особенности проектирования экологически безопасных агроландшафтов: учебное пособие / Л. П. Степанова, Е. В. Яковлева, Е. А. Коренькова [и др.]; под общей редакцией Л. П. Степановой. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-2638-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112063>

3. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин ; под редакцией А. С. Борейшо. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87570>

4. Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: на примере дерново-подзолистых почв. —М.:Изд-во ЛКИ, 2008. -160с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р ИСО 5725. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. М: ГОССТАНДАРТ России, 2010.

2. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" [Текст] : от 10.01.2002 № 7-ФЗ. - Москва : Кнорус, 2011. - 62 с.; ISBN 978-5-406-01448-6

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

1. <https://earthexplorer.usgs.gov/> - сайт геологической службы США, на котором в открытом доступе размещены снимки с космических спутников;

2. <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/> - международный проект, который позволяет скачивать цифровые модели любых участков Земли;

3. <http://www.mnr.gov.ru/> - вебсайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (открытый доступ).

4. <http://www.mosecom.ru/> - вебсайт специально уполномоченной организации города Москвы по осуществлению государственного экологического мониторинга.

5. <http://www.dpioos.ru/eco/ru/ecology> - раздел сайта Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, посвященный экологии.

6. <http://www.elibrary.ru/> - электронная научная база.

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс»

Таблица 10

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 2 «Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге»	Zentra Utility	Расчётная	METER Group Inc.	2021
		Microsoft Excel	Расчётная	Microsoft	2016
2	Раздел 4 «Физико-химические методы анализа наземной среды»	CoolTerm	Расчётная	Roger Meier	2025
		Microsoft Excel	Расчётная	Microsoft	2016
3	Раздел 5 «Методы анализа воздушной среды»	Microsoft Excel	Расчётная	Microsoft	2016
4	Раздел 6 «Активные и пассивные радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли, и обработка получаемой ими информации»	QGIS	Расчётная	Сообщество разработчиков (Sherman, et.al.)	2021

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

Описание материально-технической базы, имеющейся на кафедрах и необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Методы экологических исследований» представлено в таблице 11.

Таблица 11

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
Учебная аудитория (корпус №29 – аудитория 214, 212)	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, 14 персональных компьютеров с доступом в интернет + 1 преподавателя (компьютерный класс), 12 моноблоков для обучающихся с доступом в интернет +1 преподавателя (компьютерный класс), беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Лекционная аудитория (корпус №29 – аудитория 218, 211, 206)	Интерактивная мультимедиа система
Читальный зал (Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова), Комнаты самоподготовки (общежития)	Для самостоятельной работы студентов

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);
лабораторные работы (занятия семинарского типа);
индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
самостоятельная работа обучающихся;
занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.

Перед очередной лекцией студентам 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 необходимо обратиться к преподавателю.

Особое внимание следует уделять терминам. Важно понимать, что во многих терминологических системах традиционно встречаются многозначные термины. Все термины и понятия, семантика которых недостаточно ясна

обучающемуся, он должен проверять с помощью энциклопедий, словарей и справочников и выписывать толкование в тетрадь. Студенту необходимо помнить, что от владения специальной терминологией - знания термина и успешного оперирования им - часто зависит успех как в учебной, так и в профессиональной сфере.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Студент, получивший по итогам экспресс-опроса неудовлетворительную оценку также обязан проработать материал дополнительно и предоставить конспект.

Рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Цель лабораторных работ – помочь студентам в усвоении наиболее важных и сложных тем курса, а также способствовать выработке у студентов умения ориентироваться в различных методах экологических исследований от постановки эксперимента до анализа данных и выработки рекомендаций по его результатам.

Лабораторные работы представляют собой проведение эксперимента в малых группах (2-3 человека). Студенты должны: а) ознакомиться с алгоритмом выполнения планируемого задания; б) изучить необходимую для выполнения работы программную и приборную базу; в) оформить полученные результаты в соответствии с установленными требованиями;

В ходе подготовки к лабораторным работам студентам следует начать с ознакомления с методикой проведения работы и теоретической базой, которая отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучении обязательной литературы, рекомендованной к данной теме. Кроме основной литературы, необходимо ознакомиться с дополнительной литературой, публикациями в периодических изданиях. Студент, кроме рекомендованного списка литературы, может пользоваться источниками, найденными самостоятельно.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не оформившим отчет, не подготовившимся к занятию, следует своевременно явиться на консультацию к преподавателю в назначенное им время и отчитаться по изучавшейся теме. Студенты, не отчитавшиеся в срок по каждой не проработанной ими на занятиях теме или не защитившие отчеты, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели.

Рекомендации по подготовке к экзамену.

При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций, так как они обладают преимуществами по сравнению с печатными изданиями. Обычно конспекты более детальны, отражают самую современную и оперативную информацию, подробно освещают вопросы,

интересующие обучающихся. Однако подготовка только по лекционным материалам все же недостаточна, студентам необходимо использовать и другую учебную литературу. Для серьезного раскрытия проблем изучаемой дисциплины рекомендуется использовать два или более учебных пособия, так как не существует идеальных учебников, но каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Сопоставление разных подходов к описанию научных проблем, сравнение теоретической информации позволяют более глубоко и основательно усвоить учебный курс.

С вопросами к экзамену рекомендуется ознакомиться в самом начале изучения дисциплины, это позволит в течение семестра эффективно организовать самостоятельную работу, корректировать свои конспекты и особое внимание уделять тем научным проблемам, которые выделены как важнейшие.

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 изучаемой темы. 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 высокой оценки на экзамене является аргументация своей точки зрения с опорой на использованную специальную литературу.

На экзамене ответ студента по любому вопросу может длиться в пределах 8-10 минут (без учёта времени на подготовку – 40 минут). На это время и нужно ориентироваться при отборе содержания и объема необходимого материала, набросать план будущего ответа.

Рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов в вузе является важным видом его учебной и научной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу, студент должен освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный по дисциплине «Методы экологических исследований».

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 лабораторной работе, либо студенты получают дополнительное задание и представляют в той или иной форме отчет о его выполнении.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим оформленного отчета или не подготовившимся к занятию, следует своевременно явиться на консультацию к преподавателю в назначенное им время и отчитаться по изучавшейся теме. Студенты, не отчитавшиеся в срок по каждой не проработанной ими на занятиях теме или не защитившие индивидуальную расчетную работу, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели. Отработка расчётных работ проводится в компьютерном классе кафедры экологии с использованием компьютеров и программного обеспечения кафедры. В случае пропуска лекционного занятия студент обязан подготовить и предоставить преподавателю конспект по пропущенной теме, выполненный от руки на листах А4 объемом не менее 7 страниц.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Дисциплина «Методы экологических исследований» позволяет углубить базовые знания студентов по общей экологии, а также освоить современные полевые и лабораторные методы исследований. По итогам каждого раздела проводится промежуточный срез знаний в форме коллоквиума. По итогам каждой лабораторной работы бригады готовят отчеты о выполненной работе и защищают преподавателю. Студент, не сдавший отчет, не допускается до итогового контроля – экзамена.

Программу разработал:

Н.А. Александров, старший преподаватель


(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.О.19 «Методы экологических исследований»

ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование»,

направленность: Агроэкология и экологически безопасная продукция

(квалификация выпускника – бакалавр)

Борисовым Борисом Анорьевичем, профессором кафедры почвоведения, ландшафтоведения и геологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), доктором биологических наук, проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Методы экологических исследований» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «**Экология и природопользование**» по направленности «Агроэкология и экологически безопасная продукция» (бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» Александровым Н.А. старшим преподавателем кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Методы экологических исследований» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование», направленность Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция. 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.О.

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

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Методы экологических исследований» закреплено 3 **компетенции**. Дисциплина «Методы экологических исследований» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Методы экологических исследований» составляет 4 зачётных единицы (144 ак. часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Методы экологических исследований» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению – 05.03.06 Экология и природопользование» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Методы экологических исследований» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. 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».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (балльно-рейтинговая система, защита отчетов, коллоквиумы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 6 наименований (из них 2 – нормативно-правовые акты), Интернет-ресурсы – 6 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления – 05.03.06 *Экология и природопользование*».

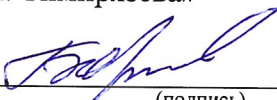
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Методы экологических исследований» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Методы экологических исследований».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Методы экологических исследований» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «*Экология и природопользование*», направленность: «*Агроэкология и экологически безопасная продукция*» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Александровым Н.А., старшим преподавателем кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Борисов Б.А., д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»


(подпись)

«26» июня 2025г.