

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бенин Дмитрий Тимофеевич

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 17.09.2025 15:04:14

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



**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

А.Н. Костякова

Д.М.Бенин

26.09.2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.16 Методы экологических исследований**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность: Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчики:

Ярославцев А.М., к.б.н., доцент

Александров Н.А., старший преподаватель

Серёгин И.А., ассистент



«23» августа 2024г.

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



«23» августа 2024г.

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 №13/24 от «23» августа 2024г.

Зав. кафедрой И.И. Васенев, д.б.н., профессор



«23» августа 2024г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, Н.В. Гавриловская



«26» августа 2024г.

Заведующий выпускающей кафедрой экологии профессор, д.б.н., И.И. Васенев



«23» августа 2024г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ — И.И. Васенев

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	8
ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>16</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	21
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	21
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	21
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	21
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	22
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>23</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....</b>	<b>23</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>	
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>23</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	24
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>24</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины  
**Б1.О.16 Методы экологических исследований**  
для подготовки бакалавра по направлению 05.03.06 «Экология и  
природопользование»  
**направленности Экология и устойчивое природопользование,  
Агроэкология и экологически безопасная продукция**

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Методы экологических исследований» - формирование 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 учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть дисциплин учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленности «Экология и устойчивое развитие», «Агроэкология» и «Природопользование и экологически безопасная продукция».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Методы экологических исследований» 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.

**Трудоемкость дисциплины** 4 зачетные единицы /144 часов

**Форма промежуточного контроля** - 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.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Методы экологических исследований» учебного плана включена в перечень дисциплин учебного плана вариативной части. Реализация в дисциплине «Методы экологических исследований» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», направленностей «Экология и устойчивое развитие», «Агроэкология», «Природопользование и экологически безопасная продукция» позволит решать профессиональные задачи, иметь помимо профессиональной и мировоззренческую направленность; охватывать теоретическую, познавательную и практическую компоненты деятельности подготавливаемого бакалавра; подготавливать будущего специалиста к самообучению и саморазвитию.

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)», «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.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетен ции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3.1	Иметь опыт применения на практике полевых методов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	полевые методы 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
2.	ОПК-3.2	Владеть базовыми методами лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности	базовые методы лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности	применять базовые методы лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности	знаниями о базовых методах лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности
3.	ОПК-3.3	Уметь применять на практике современные методы математической обработки результатов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	современные методы математической обработки результатов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	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 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч.
		по семестрам № 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>66,4</b>	<b>66,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>64,0</b>	<b>64,0</b>
<i>лекции (Л)</i>	32	32
<i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	32	32
<i>курсовая работа (КР) (консультация, защита)</i>	0	0
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	28,4	28,4
<i>Подготовка к экзамену(контроль)</i>	24,6	24,6
<b>Вид промежуточного контроля:</b>	Экзамен	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Внеаудиторная работа СР			
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем. Блок-схема МЭИ	11	4	2		5
<b>Раздел 2.</b> Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.	19	8	6		5
<b>Раздел 3.</b> Экологический мониторинг и государственный контроль.	14	4	4		6
<b>Раздел 4.</b> Физико-химические методы анализа наземной среды.	18	6	8		4



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Внеаудиторная работа СР			
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 5.</b> Методы анализа воздушной среды	18	6	8		4
<b>Раздел 6.</b> Дистанционные методы в экологических исследованиях	12,4	4	4		4,4
консультации перед экзаменом	2				
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				
Подготовка к экзамену	24,6				<b>24,6</b>
<b>Всего за 4 семестр</b>	144	32	32		53
<b>Итого по дисциплине</b>	144	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>53</b>

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

**Тема 1** Общие методы экологических исследований; блок-схема МЭИ.

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.

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

**Тема 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** 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 3** Одноплатные компьютеры и микроконтроллеры.

Одноплатные компьютеры. Архитектуры ARM, примеры. Микроконтроллеры.

**Тема 4** 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.

**Тема 5** Базы данных и веб-доступ.

Примеры формата необработанных данных. Веб-сервисы. Метаданные, стандарты, совместимость и сохранение. Пример данных, полученных от распределенных сенсорных систем.

### **Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.**

**Тема 1** Санитарно-гигиенические и биогеохимические показатели загрязнения агроэкосистем. Показатель ПДК, достоинства и недостатки. Государственный экологический контроль. Фоновый и импактный мониторинг.

**Тема 2** Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга.

### **Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.**

**Тема 1** Физико-химические методы анализа почвенных параметров

Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, Ph). Методы определения содержания элементов питания. Методы измерения потоков почвенного дыхания. Потоки тепла и энергии.

**Тема 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 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 1** Атмосфера Земли.

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

**Тема 2** Оптические устройства.

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

**Тема 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. Дистанционные методы в экологических исследованиях**

**Тема 1** Использование дистанционных технологий в экологическом мониторинге

Сравнение различных дистанционных методов экологических исследований. Использование спутниковых систем в экологическом мониторинге. Сбор и обработка данных с помощью БАС (БВС) при экологических исследованиях.

## **4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия**

### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/ и контрольные мероприятия

№№	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем					
1	Тема 1. Общие методы экологических исследований; 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
		Лабораторная работа № 1 Ознакомительная работа с IoT-системой мониторинга «CropTalker»	ОПК-3.3	устный опрос по лекции выполнение ЛР	2
Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.					
2	Тема 1. Сенсоры и преобразователи ; 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

№№	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 2</b> Системы сбора данных.	Лабораторная работа № 3 Измерение температуры воды при помощи датчиков Meter. Повторение «парадокса Мпембы»	ОПК-3.3	Выполнение ЛР	2
	<b>Тема 3</b> Одноплатные компьютеры и микроконтроллеры.	Лекция №4 Одноплатные компьютеры. Архитектуры ARM, примеры. Микроконтроллеры.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
	<b>Тема 4</b> Беспроводные технологии и телеметрия. Беспроводные сенсорные сети.	Лекция №5 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
	<b>Тема 5</b> Базы данных и веб-доступ.	Лекция №6 Примеры формата необработанных данных. Веб-сервисы. Метаданные, стандарты, совместимость и сохранение. Пример данных, полученных от распределенных сенсорных систем.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.					
3	<b>Тема 1.</b> Санитарно-гигиенические и биогеохимические показатели загрязнения агроэкосистем. Показатель ПДК, достоинства и недостатки.	Лекция №7 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
	<b>Тема 2</b> Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга.	Лекция №9 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	Сдача отчета	4
Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.					
4	<b>Тема 1</b> Физико-химические методы анализа почвенных параметров	Лекция № 10 Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, Ph). Методы определения содержания элементов питания. Методы измерения потоков	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2

№№	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		почвенного дыхания. Потoki тепла и энергии.			
		Лабораторная работа №5 Измерение потоков почвенного дыхания при помощи LiCore Li820	ОПК-3.3	Сдача отчета	4
	Тема 2 Методы анализа растительности.	Лекция № 11. 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 LiCore LAI 2200. Применение лазерного сканирования при оценке LAI	ОПК-3.3	Сдача отчета	4
	Тема 3 Оценка продуктивности растений.	Лекция № 12 Газообмен. Комбинированная флуоресценция хлорофилла с газообменом. Методы микрометеорологических измерений потоков. Ковариация: обзор основных понятий. Метод турбулентных пульсаций.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
<b>Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.</b>					
5	Тема 1 Атмосфера Земли.	Лекция №13 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, поверхностные воды.	ОПК-3.3	Защита ЛР Тестирование	4
	Тема 2 Оптические устройства.	Лекция №14 Фотодиод, линейная фотодиодная матрица и устройства с зарядовой связью. Дисперсионные спектрометры.	ОПК-3.1, ОПК-3.2.	Выполнение ЛР Коллоквиум	2

№№	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Фотоумножители. Разделитель луча. Интерферометр с преобразованием Фурье. Волоконная оптика.			
	<b>Тема 3</b> Методы измерения.	Лекция №15 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 <sub>2</sub> в помещении датчиками MHZ19и SCD30	ОПК-3.3	Сдача отчета	4
<b>Раздел 6. Дистанционные методы в экологических исследованиях</b>					
6	<b>Тема 1</b> Использование дистанционных технологий в экологическом мониторинге	Лекция №16 Экологический мониторинг с использованием дистанционного зондирования Земли	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №9 Сбор и обработка информации с помощью БВС (БАС)	ОПК-3.3	Защита ЛР	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Компетенции
<b>Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем</b>			
1.	<b>Тема 1.</b> Общие методы экологических исследований; блок-схема МЭИ.	Методы организации и проведения длительных наблюдений на экологических стационарных площадках и полигонах.	ОПК-3.1, ОПК-3.2
<b>Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.</b>			
1	<b>Тема 1.</b> 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	ОПК-3.1, ОПК-3.2

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Компетенции
		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.	
2	Тема 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.	
3	Тема 3 Одноплатные компьютеры и микроконтроллеры.	Одноплатные компьютеры. Архитектуры ARM, примеры. Микроконтроллеры.	
4	Тема 4 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.	
5	Тема 5 Базы данных и веб-доступ.	Примеры формата необработанных данных. Веб-сервисы. Метаданные, стандарты, совместимость и сохранение. Пример данных, полученных от распределенных сенсорных систем.	
Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.			
1	Тема 1. Санитарно-гигиенические и биогеохимические показатели загрязнения агроэкосистем	Показатель ПДК: достоинства и недостатки. Биогеохимические показатели оценки загрязнения почв и экосистем.	ОПК-3.1, ОПК-3.2
2	Тема 2 Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга.	Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга	
Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.			
1	Тема 1 Физико-химические методы анализа почвенных параметров.	Методы определения основных параметров почвы (температура, влажность, Ph). Методы определения содержания элементов питания. Методы измерения потоков почвенного дыхания. Потоки тепла и энергии.	ОПК-3.1, ОПК-3.2
2	Тема 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.	ОПК-3.1, ОПК-3.2
3	Тема 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.			
1	Тема 1 Атмосфера Земли.	Вертикальная структура. Качество приземного воздуха. Твердые частицы. Станции Flux-net. Единицы измерения загрязняющих веществ.	ОПК-3.1, ОПК-3.2
2	Тема 2 Оптические	Фотодиод, линейная фотодиодная матрица и устройства с	

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Компетенции
	устройства.	зарядовой связью. Дисперсионные спектрометры. Фотоумножители. Разделитель луча. Интерферометр с преобразованием Фурье. Волоконная оптика.	
3	Тема 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. Дистанционные методы в экологических исследованиях			
	Тема 1 Использование дистанционных технологий в экологическом мониторинге	Сравнение различных дистанционных методов экологических исследований. Использование спутниковых систем в экологическом мониторинге. Сбор и обработка данных с помощью БАС (БВС) при экологических исследованиях.	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 <sub>2</sub> в помещении датчиками MHZ19и SCD30	ЛР	Работа в малых группах
9.	Сбор и обработка информации с помощью БВС (БАС)	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 NTC;  
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 55°C, второй стакан с температурой около 35°C. Далее, с помощью ПО студенты на протяжении часа считывают ежесекундные 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. Методы диагностики загрязняющих веществ. Государственный экологический контроль. Фоновый и импактный мониторинг**

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. Методы оценки качества воды и водных экосистем.**

1. Общая характеристика вод мирового океана.
2. Продуктивность и дыхание в водной среде.
3. Методы измерения параметров качества воды.
4. Автоматизированный биомониторинг в реальном времени.

### **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 сх 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, VCEF - 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**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов<sup>1</sup>.

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.

Таблица 7

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен/ Зачет с оценкой</b>
>209	Отлично
160-209	Хорошо
120-159	Удовлетворительно
<120	Неудовлетворительно

Студенты зарабатывают баллы за работу на лабораторных занятиях (подготовка домашних заданий, 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.

## **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.
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)

### **7.2 Дополнительная литература**

1. 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.

<sup>1</sup> Решение о виде системы контроля принимается на кафедре, закрепленной за данной дисциплиной.

— 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>

2. Яшин И.М. и др. Методы экологических исследований. Лабораторный практикум. М.: МСХА. 2012. 240 с.
3. Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. Почвенно-экологические исследования в ландшафтах. М.: МСХА.2000. 560 с.
4. Яшин, И.М., Раскатов, В.А., Поветкин В.А./ Курс лекций «Методы экологических исследований» /Учебное пособие.- .М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017.167с.
5. Черников В.А., Соколов О.А. Экологически безопасная продукция. М. КолосС, 2009. – 450 с.
6. Acevedo, M. F. Real-time environmental monitoring: Sensors and systems / M. F. Acevedo // Real-Time Environmental Monitoring: Sensors and Systems, 2015. – P. 1-343.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Земельный кодекс РФ. – М.: Омега-Л, 2006.
2. Комментарий к Водному кодексу РФ (постатейный) / Отв. ред. С.А. Боголюбов. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007.
3. Комментарий к новому Лесному кодексу РФ / Под ред. М.Ю. Тихомирова. – М., 2007.
4. Лесной кодекс РФ // Российская газета. – 20018. – 8 декабря.
5. Постановление Правительства РФ № 419 от 30 июня 2007 г. «О приоритетных инвестиционных проектах в области освоения лесов».
6. Постановление Правительства РФ № 982 от 1 декабря 2009 г. «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии».
7. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Лабораторно-практические занятия по экологии/Под. Ред. И.И.Васенева. - М.: РГАУ-МСХА,2012.-100 с.
2. 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.
3. Рабочая тетрадь по экологии / Постников Д.А., Таллер Е.Б., Игнатьева С. Л., Раскатов В.А. (под ред. И.И. Васенева). М.: РГАУ-МСХА. 2013. - 110 с.
4. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии.-СПб.: Лань, 2009.- 432 с.

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

1. <https://sites.google.com/site/soilsstatistics/> (открытый доступ)
2. <https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/index.html> (открытый доступ)
3. <http://solim.geography.wisc.edu/> (открытый доступ)
4. <http://www.elibrary.ru/> - электронная научная база (открытый доступ)

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

1. ПО Zentra
2. CoolTerm
3. MS Excel
4. <https://padlet.com/>
5. <https://webinar.ru/>
6. <https://telemost.yandex.ru/>
7. <https://portal.timacad.ru/>
8. <https://onlinetestpad.com/>
9. <https://www.scopus.com/>
10. <https://clarivate.com/cis/solutions/web-of-science/>

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

Таблица 10

### 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.

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

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан написать реферат по пропущенной теме и выгрузить на платформу portal.timacad.ru. В день отработки или по предварительной договоренности с преподавателем студент защищает реферат, дополнительно отвечая на блиц-вопросы преподавателя.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

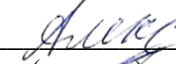
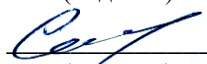
Дисциплина «Методы экологических исследований» позволяет углубить базовые знания студентов по общей экологии, а также освоить современные полевые и лабораторные методы исследований. По итогам каждого раздела проводится промежуточный срез знаний в форме коллоквиума. По итогам каждой лабораторной работы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

#### **Программу разработал (и):**

А.М. Ярославцев, к.б.н., доцент

Н.А. Александров, старший преподаватель

И.А. Серёгин, ассистент

  
(подпись)  
(подпись)  
(подпись)



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

### **Б1.О.16 «Методы экологических исследований»**

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

**Направленность: Экология и устойчивое природопользование,**

**Агроэкология и экологически безопасная продукция**

**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Борисовым Борисом Анорьевичем, д.б.н., профессором кафедры почвоведения, ландшафтоведения и геологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Методы экологических исследований» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование» (бакалавр), направленность **Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция**, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчики – Ярославцев Алексей Михайлович, кандидат биологических наук, доцент, Серёгин Иван Андреевич, ассистент кафедры экологии, Александров Никита Александрович, старший преподаватель кафедры экологии).

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.

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

2. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 05.03.06 **Экология и природопользование** (бакалавр), направленность **Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция**.

3. 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.

4. **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 часа).

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** (бакалавр), направленность **Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция**. 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» (бакалавр), направленность **Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция**.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, выступления и участие в теоретической конференции), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 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 – 2 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 6 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления – 05.03.06 **Экология и природопользование** (бакалавр), направленность **Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция**.

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 **Экология и устойчивое природопользование, Агроэкология и экологически безопасная продукция** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Ярославцевым Алексеем Михайловичем, кандидатом биологических наук, доцентом, Серёгиным Иваном Андреевичем, ассистентом, Александровым Никитой Александровичем, старшим преподавателем, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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

  
(подпись)

«23» августа 2024г.