

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 15.08.2023 18:18:14

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 имени

А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

“24” августа 2022г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.16 Методы экологических исследований

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность: Экология, Агроэкология, Природопользование

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик (и):

Ярославцев А.М., к.б.н., доцент

Серёгин И.А., ассистент

Александров Н.А., ассистент



«22» августа 2022г.

Рецензент Савич В.И профессор, д.с.-х.н.



«22» августа 2022г.

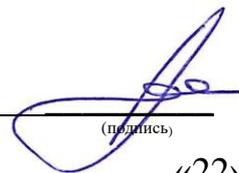
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.05 «Экология и природопользование и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры Экологии протокол № 11 от «22» августа 2022г.

Зав. кафедрой

Васенев И.И., д.б.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«22» августа 2022г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической

комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, к.т.н., доцент

Смирнов А.П.



«24» августа 2022г.

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



«22» августа 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ермилова Я.В.

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), 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
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	27
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	30
Виды и формы отработки пропущенных занятий	31
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	31

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины
Б1.О.16 Методы экологических исследований

для подготовки бакалавра по направлению
05.03.06 экология и природопользование

Направленности: Экология, Агроэкология, Природопользование

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 базовую часть дисциплин учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность «Экология».

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 «Экология», «Сельскохозяйственная экология», «Картография почв», «Земледелие», «Агрохимия» и ориентирована на приобретение студентами умения и навыков к проведению 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 зач. ед., 144 час.

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», направленность **Экология, Агроэкология, Природопользование** 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» является: «Основы экологии», «Сельскохозяйственная экология», «Учение об атмосфере», «География почв», «Геоботаника», «Основы статистики».

Дисциплина «Методы экологических исследований» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Охрана окружающей среды», «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды», «Основы экотоксикологии», «Техногенные системы и экологический риск», «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)», «Основы экологической экспертизы», «Оценка экологического ущерба», «Основы экологического менеджмента и аудита».

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

«Б1.О.16 Методы экологических исследований»

№ п/п	Код компетенции	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
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	66,4	66,4
Аудиторная работа	64,4	64,4
<i>лекции (Л)</i>	32	32
<i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	32	32
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	77,6	77,6
<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>	53	53
<i>Подготовка к экзамену(контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Внеаудиторная работа СР			
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем. Блок-схема МЭИ	16	2	2		12
Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.	26	8	6		12
Раздел 3. Экологический мониторинг и государственный контроль.	16	4	2		12
Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.	30	8	10		12
Раздел 5. Методы анализа воздушной среды..	28	6	10		12
Раздел 6. Методы оценки качества воды и вод-	23,6	4	2		17,6

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Внеаудиторная работа СР			
		Л	ЛР	ПКР	
ных экосистем.					
консультации перед экзаменом	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 4 семестр	144	32	32	2,4	77,6
Итого по дисциплине	144	32	32	2,4	77,6

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.

Тема 2. Системы слежения за параметрами экосистем: стационарные и передвижные технологические комплексы, оснащенные инструментальными методами анализа, компьютерами и другим оборудованием. Учет парниковых газов с помощью электронных приборов и оборудования. Метод турбулентных пульсаций; хроматография и камерный метод. Метод ключевых участков; метод пробных площадок; методы трендовый и закладки почвенно-геохимических катен.

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. Методы оценки качества воды и водных экосистем.

Тема 1 Вода Земли.

Общая характеристика вод мирового океана. Цикл воды. Методы измерения параметров качества воды.

Тема 2 Инструментальная база для определения качества воды.

Датчики рН и ОВП. Датчик растворенного кислорода. Электрическая проводимость. Оросительная вода. Соленость. Общее количество растворенных твердых веществ. Мутность. Температура.

Тема 3 Продуктивность и дыхание.

Продуктивность и дыхание. Свет как функция глубины. Автоматизированный биомониторинг в реальном времени.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

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		2
		Лабораторная работа № 1 Составление фрагмента экологической карты в крупном масштабе. «Чтение» топографической карты и ориентирование по ней.	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 Измерение температуры воды при помощи датчиков Meter. Повторение «парадокса Мпембы»	ОПК-3.3	Сдача отчета	4
	Тема 2 Системы сбора данных.	Лабораторная работа № 3 Ознакомительная работа с IoT-системой мониторинга «CropTalker»	ОПК-3.3	Сдача отчета	2
	Тема 3 Одноплатные компьютеры и микроконтроллеры.	Лекция №4 Одноплатные компьютеры. Архитектуры ARM, примеры. Микроконтроллеры.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
	Тема 4 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

№	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 5 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	Тема 1. 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
	Тема 2 Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга.	Лекция №9 Инструментально-методическое обеспечение экологического мониторинга.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №4 Контроль качества воздуха в лаборатории с помощью прямого измерения концентрации CO ₂ датчиком MZH19	ОПК-3.3	Сдача отчета	2
Раздел 4. Физико-химические методы анализа наземной среды.					
4	Тема 1 Физико-химические методы анализа почвенных параметров	Лекция № 10 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
		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	6
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		4	
Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.					
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.		4

№	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		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-33	Защита ЛР Тестирование	4
	Тема 2 Оптические устройства.	Лекция №14 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.	Выполнение ЛР Коллоквиум	2
	Тема 3 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 ₂ в помещении датчиками Mhz19и SCD30	ОПК-33	Сдача отчета	6
Раздел 6. Методы оценки качества воды и водных экосистем.					
6	Тема 1 Вода Земли.	Лекция №17 Общая характеристика вод мирового океана. Цикл воды. Методы измерения параметров качества воды.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2
		Лабораторная работа №9 Методы выделения почвенных растворов для оценки экологической безопасности продукции растениеводства. Изучение оглеения почв в модельном эксперименте с целью оценки влияния ионов Fe(II) на тест-растения.6	ОПК-33	Защита ЛР Устный опрос	2
	Тема 2 Продуктивность и дыхание.	Лекция №19 Продуктивность и дыхание. Свет как функция глубины. Автоматизированный биомониторинг в реальном времени.	ОПК-3.1, ОПК-3.2		2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Методы, используемые в общей экологии, для оценки состояния, динамики и функционирования экосистем		
1.	Тема 1. 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
	Тема 2. Системы слежения за параметрами экосистем	Метод ключевых участков; метод пробных площадок; методы трендовый и закладки почвенно-геохимических катен. ОПК-3.1, ОПК-3.2

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2. Сенсоры и преобразователи, используемые в экологическом мониторинге.		
1	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. ОПК-3.1, ОПК-3.2
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. ОПК-3.1, ОПК-3.2
3	Тема 3 Одноплатные компьютеры и микроконтроллеры.	Одноплатные компьютеры. Архитектуры ARM, примеры. Микроконтроллеры. ОПК-3.1, ОПК-3.2
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. ОПК-3.1, ОПК-3.2 ОПК-3.1, ОПК-3.2
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. ОПК-3.1, ОПК-3.2
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 ОПК-3.1, ОПК-3.2
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. ОПК-3.1, ОПК-3.2
Раздел 5. Методы анализа воздушной среды.		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
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 устройства.	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
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. ОПК-3.1, ОПК-3.2
Раздел 6. Методы оценки качества воды и водных экосистем.		
	Тема 1 Вода Земли.	Общая характеристика вод мирового океана. Цикл воды. Методы измерения параметров качества воды ОПК-3.1, ОПК-3.2
	Тема 2 Продуктивность и дыхание.	Продуктивность и дыхание. Свет как функция глубины. Автоматизированный биомониторинг в реальном времени. ОПК-3.1, ОПК-3.2

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Составление фрагмента экологической карты в крупном масштабе. «Чтение» топографической карты и ориентирование по ней.	ЛР Работа в малых группах
2.	Измерение температуры воды при помощи датчиков Meter. Повторение «парадокса Мпембы»	ЛР Работа в малых группах
3.	Ознакомительная работа с IoT-системой мониторинга «StopTalker»	ЛР Работа в малых группах
4.	Контроль качества воздуха в лаборатории с помощью прямого измерения концентрации CO ₂ датчиком MHZ19	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 Интерактивная форма
7.	Ознакомление с методом атомно-абсорбционной 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 MHZ19 и SCD30	Л Работа в малых группах

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
9.	Методы выделения почвенных растворов для оценки экологической безопасности продукции растениеводства. Изучение оглеения почв в модельном эксперименте с целью оценки влияния ионов Fe(II) на тест-растения.6	ЛР Обсуждение хода ЛР, подготовленных заранее (презентации)

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

Тема курсовой работы выбирается студентом самостоятельно на основе тематики, утвержденной кафедрой.

В соответствии с выбранной темой курсовой работы каждый студент совместно с руководителем уточняет ее содержание и разрабатывает предварительный план (структуру) работы.

Как правило, курсовая работа состоит из введения, трех глав (теоретической, аналитической и проектной) и заключения. В каждой главе может быть выделено по два-три раздела, раскрывающих их содержание.

Примерная тематика курсовых работ

1. Методы оперативного контроля над загрязнением грунтовых и поверхностных природных вод (водохранилищ, рек, прудов, озер).
2. Стационарные наблюдения в геохимически сопряженных ландшафтах – важный этап получения почвенно-экологической информации; методы изучения экологической кислотности таежных экосистем.
3. Методы наблюдения и экологического контроля за промышленными, бытовыми и иными отходами производств; особенности утилизации, переработки и хранения отходов на свалках.
4. Методы изучения внутрипрофильной миграции экотоксикантов почвенном покрове; расчет и обоснование типовых почвенно-геохимических параметров водной миграции.
5. Методы диагностики загрязнения атмосферного воздуха; роль трансатлантической (аэрозольной) миграции веществ в химическом загрязнении ландшафтов европейского Севера России.
6. Методы экологических шкал и градиентного анализа; построение соответствующих трансект для ландшафтов лесостепи или тайги.
7. Методы оперативного мониторинга в водоохраных зонах рек и водохранилищ; экологические требования к размещению в субквальных ландшафтах садовых и дачных участков, кемпингов, спортивно-бытовых объектов.
8. Методы, используемые при фоновом мониторинге экосистем; выбор и организация фоновых стационаров.
9. Методы диагностики состава, форм и деградации гумусовых соеди-

- нений в почвах агроэкосистем тайги;
10. Методы оценки состояния и динамики экосистем; расчет и обоснование основных параметров.
 11. Дистанционные методы изучения ландшафтов; обоснование и примеры использования компьютерных ГИС технологий.
 12. Методы плоских и переносных лизиметров: история вопроса, унификация и применение в почвенно-экологических изысканиях.
 13. Электрохимические методы изучения почвенных растворов при исследовании современного засоления черноземов.
 14. Анализ изотерм сорбции водорастворимых органических веществ (и других компонентов почвенных растворов) по Ир. Лэнгмюру и Фрейндлиху как этап подготовки сорбционных лизиметров.
 15. Ионообменная хроматография; использование синтетических органических ионообменных смол при изучении водной миграции легко-растворимых солей в почвах степной и сухо - степной зон.
 16. Характеристика блок-схемы методов экологических исследований; обоснование междисциплинарных методов научных изысканий.
 17. Метод катен и метод ретроспективного анализа; достоинства и особенности применения в экологии.
 18. Ионметрия водных вытяжек из почв сухостепной зоны; обоснование традиционного анализа «водных вытяжек».
 19. Методы отбора проб почвы, воды, воздуха, продукции растениеводства и торфо-грунтов; особенности их подготовки к химическому анализу.
 20. Методы вымораживания, экстракции, диализа и концентрирования гумусовых веществ; их отличие от химических методов «жесткой» десорбции гумусовых веществ почвы сильными кислотами и щелочами; как получить препараты нативных форм гумуса?
 21. Типы сорбентов, используемых в сорбционных лизиметрах, при изучении водной миграции веществ в экосистемах; процессы, происходящие при сорбции, например, мобильных органических лигандов на оксиде алюминия и активированном угле.
 22. Обоснование и использование конкретных типов лизиметров в почвенно-экологических изысканиях; расчет параметров миграции.
 23. Этапы и сущность экологического картографирования экосистем.
 24. ГИС – технологии: история, приоритеты, достоинства и возможные ограничения; лимитирующие агроэкологические факторы.
 25. Методы оценки и обоснование деградации почвенного покрова агро-экосистем ственных ландшафтов; экологическая оценка «чистых» и занятых паров.
 26. Методы изучения экологических функций гумусовых веществ в экосистемах тайги.
 27. Методы изучения биогенного круговорота веществ и параметры их оценки в вегетационном опыте; методы водных и песчаных культур.
 28. Методы исследования процесса гумификации в нативных экосистемах лесостепи или тайги.

29. Агроэкологические методы оценки земельных ресурсов; обзор лимитирующих факторов. ГИС технологии.
30. Методы оценки и экологическая роль почвенно-геохимических барьеров в экосистемах тайги и лесостепи; расчет параметров барьеров миграции.
31. Методы диагностики растительных континуумах: метод ординации, экологических шкал и градиентного анализа.
32. Дистанционные методы зондирования почвенного покрова и ландшафтов: обоснование, значение для науки и практики.
33. Метод биоиндикации – один из приемов интегральной оценки химического загрязнения экосистемы.
34. Схема конструкции и особенности использования лизиметра компенсационного типа.
35. Особенности подготовки сорбционных лизиметров к полевым опытам и методика их установки в почвенный профиль; расчет параметров миграции веществ.
36. Методология исследования абиогенных потоков веществ в почвенном покрове с использованием методов сорбционных лизиметров и радиоактивных индикаторов.
37. Методы изучения экологических функций водорастворимых органических кислот в таежных экосистемах.
38. Методы оценки влияния веществ удобрений на почвенные минералы и биоту.
39. Методы расчета и физический смысл коэффициента гумификации.
40. Теория и практика применения колоночной адсорбционной хроматографии при изучении взаимосвязей между группами биоты наземных экосистем.

Примечание: Данный перечень тем является примерным.

Тема курсовой работы избирается студентом на основе примерного перечня тем по согласованию с научным руководителем (преподавателем, ведущим дисциплину). Выбор темы курсовой работы регистрируется преподавателем в журнале регистрации курсовых работ.

Тесты

Тесты для контроля по разделу 4 Теме 1 «Физико-химические методы анализа почвенных параметров»

- 1. Укажите геохимический барьер, влияющий на осаждение металлов:**
 - а) кислотнo-щелочной
 - б) механический
 - в) сульфатный и карбонатный
 - г) окислительно-восстановительный
- 2. Выберите из списка элемент, слабоподвижный в большинстве сред:**
 - а) Mg
 - б) Fe
 - в) Al
 - г) Cu
- 3. В каком случае при наблюдении за загрязнением почвенного покрова проводят систематических наблюдений в течение определенного промежутка времени:**

- а) определение современного уровня концентраций химических веществ в почвах
б) выявление пространственного расположения зон загрязнения и установление степени их опасности
в) изучение временной динамики загрязнения почв
г) оценка возможных последствий их загрязнения
- 4. Укажите природоохранное мероприятие, при котором производят предотвращение химического и радиоактивного загрязнения почв:**
а) защита от прямого уничтожения и полной гибели
б) защита от качественной деградации
в) восстановление деградированных почв
г) предотвращение негативных структурно-функциональных изменений
- 5. Процесс и вид оценки прогнозируемого воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности, изменения качественных показателей среды обитания, продуктов питания от неблагоприятной окружающей среды, это:**
а) оценка агроэкологической ситуации
б) оценка возникновения экологического риска
в) оценка последствий страховых обстоятельств
г) оценка возникновения страховых обстоятельств
- 6. При какой категории загрязненности почв сельскохозяйственного назначения рекомендуется производить контроль за содержанием токсикантов в растениях – продуктах питания и кормах**
а) I б) II в) III г) IV
- 7. Какой показатель вредности характеризует влияние химических веществ на самоочищающую способность почвы и микробиоценозы:**
а) транслокационный б) миграционный водный
в) миграционный воздушный г) общесанитарный
- 8. Укажите группу методов, позволяющих извлекать ТМ из почвы:**
а) фитомелиорация б) детоксикация
в) агромелиорация г) внесение сорбент-мелиорантов
- 9. Укажите вещество, содержание катионов которого преобладает в ОСВ:**
а) Mg^{2+} б) K^+ в) Ca^{2+} г) Na^+
- 10. Укажите основное негативное последствие вторичного использования отходов в сельском хозяйстве:**
а) ухудшение качества растениеводческой продукции
б) накопление почвой тяжелых металлов
в) интенсивное вымывание в грунтовые воды
г) эвтрофикация водоемов
- 11. Какое утверждение не относится к трем критериям, которые необходимо учитывать при оценке различных способов санации почв загрязнённых тяжелыми металлами:**
а) способ должен быть математически выверенным
б) способ должен быть экологически безопасным

- в) способ должен быть технологически эффективным
- г) способ должен быть экономически рентабельным

12. При помощи какого прибора измеряется электрическая проводимость вещества:

- а) рефрактометр
- б) поляриметр
- в) потенциометр
- г) кондуктометр

13. С использованием какого метода анализа определяют содержание ароматических углеводов:

- а) полярографический
- б) поляриметрический
- в) радиоактивных индикаторов
- г) вольтамперный

14. Основным критерием уровня загрязнения почвы является:

- а) ПДК
- б) ПДВ
- в) ПДС
- г) ОДК

15. Укажите геохимический барьер, влияющий на осаждение металлов:

- а) кислотнo-щелочной
- б) механический
- в) сульфатный и карбонатный
- г) окислительно-восстановительный

16. Выберите из списка элемент, слабоподвижный в большинстве сред:

- а) Mg
- б) Fe
- в) Al
- г) Cu

Примеры расчётных заданий

Расчётное задание «Расчёт показателя суммарного загрязнения почв».
 При загрязнении почвы несколькими химическими элементами (веществами) опасность загрязнения оценивают, рассчитывая суммарный показатель

$$Z_c = \sum K_c - (n-1),$$

n – число определяемых ингредиентов, K_c - коэффициент концентрации элемента (вещества), определяемый отношением его содержания в исследуемой почве (Собр.) к фоновому содержанию (Сфон.):

$$K_c = \text{Собр.} / \text{Сфон.}$$

Если $Z_c < 16$, почва относится к I категории загрязнения;

Если $Z_c = 16 - 32$, почва относится ко II категории загрязнения;

Если $Z_c = 33 - 128$, почва относится к III категории загрязнения;

Если $Z_c > 128$, почва относится к IV категории загрязнения.

Вариант 1

Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах (по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.020-94)

Элемент	Группа почв	Величина ОДК (мк/кг)
1	2	3
Никель	а) супесчаные и песчаные	20
	б) кислые (суглинистые и глинистые), рН _{KCl} < 5,5	40
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН _{KCl} > 5,5	80

Медь	а) супесчаные и песчаные	33
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} < 5,5$	66
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} > 5,5$	132
Цинк	а) супесчаные и песчаные	55
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} < 5,5$	110
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} > 5,5$	220
Мышьяк	а) супесчаные и песчаные	2
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} < 5,5$	5
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} > 5,5$	10
Кадмий	а) супесчаные и песчаные	0,5
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} < 5,5$	1,0
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} > 5,5$	2,0
Свинец	а) супесчаные и песчаные	32
	б) кислые (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} < 5,5$	65
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), $pH_{KCl} > 5,5$	130

Фоновые содержания валовых форм тяжелых металлов и мышьяка (ориентировочные значения для средней полосы России) в почвах, мг/кг*

* В соответствии с СП 11-102-97.

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,1	15	10	20	2,2

Необходимые мероприятия на загрязнённых почвах

Категория почв по степени загрязнения	Суммарный показатель загрязнения (Z_c)	Необходимые мероприятия
I. Допустимое загрязнение	< 16	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почв. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений)
II. Умеренно опасное загрязнение	16 - 32	Мероприятия аналогичные категории I
III. Высоко опасное загрязнение	33 – 128	Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях, используемых в качестве продуктов питания и кормов
IV. Чрезвычайно опасное загрязнение	> 128	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почвах. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания рабочих, в поверхностных и подземных водах

Определить степень и категорию загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы ($pH_{KCl} > 5,5$) тяжёлыми металлами с помощью показателя суммарного загрязнения почв. Сделать выводы, ответив на вопросы:

- чему равен суммарный показатель загрязнения?
- есть ли превышение ОДК (по содержанию каждого элемента);
- к какой категории относится загрязнение?
- какова степень загрязнения?
- какие мероприятия следует проводить?

Вариант 1

Элементы	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Co
	Валовое содержание тяжёлых металлов, мг/кг сухого вещества					
Исследуемый образец	13,2	3,2	42,8	108,0	20,4	7,2

Пример расчётного задания

Определение гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ)

Особенность гидрохимических показателей состоит в том, что они связаны с наличием в воде химических веществ, обычно растворенных. Они, как правило, не могут быть определены с помощью органов чувств. Поэтому нужны методы, позволяющие выявить наличие тех или иных химических веществ в воде и определить их содержание (концентрацию). Для этих целей можно использовать гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ), установленный¹ для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Гидрохимический ИЗВ является аддитивным показателем и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов и вычисляется по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_{B_i}} \quad (2)$$

где n – число показателей, используемых для расчета индекса; C_i – концентрация химического вещества в воде, мг/л; ПДК_i – предельно допустимая концентрация вещества в воде, мг/л

Вариант 1

При определении ИЗВ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расчет ведут по величине ПДК_B для шести компонентов, имеющих наибольшую кратность превышения ($C/\text{ПДК}_B$), т.е. $n = 6$.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяются по качеству на 7 классов, представленных в табл. 1.

Таблица 1 – Классификация качества воды водоемов в зависимости от комплексного ИЗВ

Качественное состояние воды	Значения ИЗВ	Класс качества воды
Очень чистые	< 0,2	1

¹ Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М., 1986. 5 с. (утв. Госкомгидрометом СССР)

Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3
Загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	> 10,0	7

Вопросы к коллоквиуму: Разделам 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.

Рефераты

1. Краткая характеристика физико-химических методов, используемых в почвенно-экологических исследованиях.
2. Рандомизация при пространственной организации многофакторного активного эксперимента.
3. Характеристика и методы почвенно-экологического картирования геохимических ландшафтов (полевые МЭИ).
4. Методы математического моделирования в почвенно-экологических исследованиях (система: «хищник – жертва», «хищник – жертва – природные ресурсы (питание)»).
5. Методы диагностики и экологическая оценка процесса опустынивания ландшафтов земного шара (по заданию педагога).
6. Характеристика и обоснование гидрохимических методов анализа качества и безопасности природных вод.
7. Методы, оценка и значение процессов диффузии в миграции веществ (и экотоксикантов) в почвах тайги.
8. Обоснование и принципы ландшафтно-геохимического прогноза развития экологической ситуации в зоне тайги при промышленных рубках леса, добыче полезных ископаемых.
9. Методы изучения экологических функций водорастворимых органических кислот в таежных экосистемах.
10. Сравнительная оценка движущих сил, специфика микропроцессов и продуктов глее-, - и подзолообразования в экосистемах тайги.
11. Методы лабораторного экспериментального моделирования: оценка механизмов и микропроцессов почвообразования (оглеения, засоления, перераспределения веществ по слою почвы...).

12. Методы диагностики и экологическая оценка процесса опустынивания ландшафтов земного шара (по заданию педагога).
13. Методы математического моделирования в почвенно-экологических исследованиях.
14. Типы сорбентов, используемых в сорбционных лизиметрах, при изучении водной миграции веществ в экосистемах; процессы, происходящие при сорбции, например, мобильных органических лигандов на оксиде алюминия и активированном угле.
15. Обоснование и использование конкретных типов лизиметров в почвенно-экологических изысканиях; расчет параметров миграции.
16. Этапы и сущность экологического картографирования экосистем.
17. Методы исследования селитебных, антропогенно нарушенных и техногенных ландшафтов; экологические карты.
18. Методы исследования структуры почвенного покрова – этап познания геохимического ландшафта.
19. Методы исследования продуктов трансформации веществ (удобрений, мелиорантов): лабораторный и полевой этапы; расчет параметров мобилизации ионов из твердой фазы в раствор.
20. Общая схема дистанционного зондирования Земли.

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 их 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 **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Александрова, Е. Ю. 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>

2. Греков, К. Б. Методы экологических исследований : учебно-методическое пособие / К. Б. Греков. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. — 67 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180020>
3. Фомина, Н. В. Методы экологических исследований : учебное пособие / Н. В. Фомина. — Красноярск : КрасГАУ, 2018. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130138>
4. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 377 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12536-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495502>

7.2 Дополнительная литература

1. Acevedo, M. F. Real-time environmental monitoring: Sensors and systems / M. F. Acevedo // Real-Time Environmental Monitoring: Sensors and Systems, 2015. — P. 1-343. — EDN PIFXSP.
2. Воробьев, С. А. Математическая обработка геолого-геохимических данных : учебное пособие для вузов / С. А. Воробьев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14948-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/485718>
3. 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>
4. Раскатов В.А., Фокин А.Д., Титова В.И., Раскатов А.В. Организация природоохранной деятельности на предприятии. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. - 187с.
5. Технологии обработки и утилизации осадков сточных вод в проектах ОВОС : учебно-практическое пособие / В. А. Раскатов [и др.] ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа. - Москва : ВНИИГиМ, 2016. - 185 с.
6. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве : учебник для вузов / А. И. Завражнов, Л. В. Бобрович, С. М. Ведищев [и др.] ; Под редакцией академика РАН А. И. Завражнова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-7398-4. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/176846>

7. Черников В.А., Соколов О.А. Экологически безопасная продукция. М. КолосС, 2009. – 438 с.
8. Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. Почвенно-экологические исследования в ландшафтах. М.: МСХА.2000. 560 с.
9. Яшин, И.М., Раскатов, В.А. Васенев, И.И. /Методы экологических исследований. Учебное пособие./- .М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015.183с.

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. 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.
3. 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

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://elibrary.ru/>
11. <https://clarivate.com/cis/solutions/web-of-science/>

**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
Лекционная аудитория (корпус №6 – аудитория 305)	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, 14 персональных компьютеров с доступом в интернет (компьютерный класс), маркерная доска, 10 моноблоков для обучающихся с доступом в интернет +1 преподавателя (компьютерный класс), беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (корпус №6 – аудитория 156)	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, 14 персональных компьютеров с доступом в интернет (компьютерный класс), маркерная доска, 10 моноблоков для обучающихся с доступом в интернет +1 преподавателя (компьютерный класс), беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (корпус №6 – аудитория 155)	Маркерная доска – экран для проектора, мобильный Wi-Fi мультимедиа проектор, моноблок, беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (корпус №6 – аудитория 154)	Маркерная доска – экран для проектора, мобильный Wi-Fi мультимедиа проектор, моноблок, беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
Учебная аудитория (Корпус №6 – аудитория 400)	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, 14 персональных компьютеров с доступом в интернет (компьютерный класс), маркерная доска, 10 моноблоков для обучающихся с доступом в интернет +1 преподавателя (компьютерный класс), беспроводной интернет, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств
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);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);
- групповые консультации;
- 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.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить реферат по пропущенной теме

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

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

Программу разработал (и):

Программу разработал (и):

А.М. Ярославцев, к.б.н., доцент

И.А. Серёгин, ассистент

Н.А. Александров, ассистент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.О.16 «Методы экологических исследований»

ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование»,
Направленность: Экология, Агроэкология, Природопользование
(квалификация выпускника – бакалавр)

Савичем Виталием Игоревичем, профессором кафедры почвоведения, ландшафтоведения и геологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» доктором сельскохозяйственных наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Методы экологических исследований» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование» (бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчик – Ярославцев А.М. к.б.н., доцент кафедры экологии, Александров Н.А. ассистентом кафедры экологии и Серёгин И.А., ассистентом 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». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.

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

3. В соответствии с Программой за дисциплиной «Методы экологических исследований» закреплено 4 **компетенций**. 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.

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

5. 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.

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

7. 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».

8. Представленные и описанные в Программе предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий 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 формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 05.03.06 – «Экология и природопользование».

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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, периодическими изданиями – Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 – «Экология и природопользование».

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

11. 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 квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Ярославцевы Алексеем Михайловичем, кандидатом биологических наук, доцентом, Серёгиным Иваном Андреевичем, ассистентом, Александровым Никитой Александровичем, ассистентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Савич В.И., профессор кафедры почвоведения, ландшафтоведения и геологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» доктор сельскохозяйственных наук

«22» августа 2022 г.