



Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Ф.И.О. Михайлов Илья Михайлович

Должность И.О. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 22.07.2026 14:58:13

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315554aed8612a/c3a0ce2c1217de1e29

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 А.Н.Костякова
Кафедра Экологии

УТВЕРЖДАЮ:

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

“ 15 ” июля 2026г. Д.М.Бенин



РАБОЧАЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.02 ИОТ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Экологический мониторинг и агроэкология

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

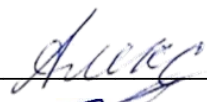
Год начала подготовки: 2026

Москва, 2026

Разработчик:

Александров Н.А., старший преподаватель

Ярославцев А.М., д.б.н., доцент


«4» мая 2026 г.

Рецензент:

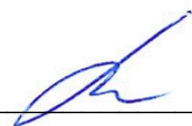
Мазиров М.А., д.б.н.


«4» мая 2026 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии
протокол № 12/26 от «4» мая 2026 г.

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


М.В. Тихонова
«4» мая 2026 г.

Согласовано:

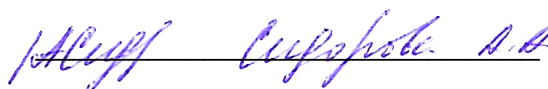
Председатель учебно-методической комиссии
института мелиорации, водного хозяйства и
строительства имени А.Н. Костякова,
к.пед.н., доцент


Е.В. Щедрина
«7» мая 2026 г.

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


М.В. Тихонова
«4» мая 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


А.А. Сидоров

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.....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
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	25
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 .	
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	27
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
Виды и формы отработки пропущенных занятий	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 IoT системы экологического мониторинга

для подготовки бакалавра по направлению

05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленности: Агроэкология и экологически безопасна продукция

Цель освоения дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» является формирование у бакалавров базовых знаний, умений и навыков по теоретическим и методическим основам применения технологий «Интернета вещей» в рамках экологического мониторинга, общего понимания организации и функционирования региональных и локальных систем экологического мониторинга, информационно-методического обеспечения анализа и решения проблемных экологических ситуаций в условиях конкретного региона и ландшафта.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», изучается в 7 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1.1; ПКос-1.7; ПКос-4.2; ПКос-3.2

Краткое содержание дисциплины: приобретение необходимых систематизированных теоретических знаний и методических навыков в области экологического мониторинга,

- понимание места, реальных современных возможностей и приоритетных задач экологического мониторинга земель в решении проблемных агроэкологических ситуаций,

- получение представления о пространственно-временной структуре, функциональных возможностях и программных платформах региональных и локальных систем экологического мониторинга оценки экологического качества земель и анализа изменений компонентов, потоков и процессов агроэкосистем,

- приобретение опыта и практических навыков работы с системами «Интернета вещей» в рамках экологических ситуаций с использованием региональных и локальных систем экологического мониторинга земель,

- развитие умения делать необходимые и логически обоснованные выводы из анализа разноплановых данных регионального и локального экологического мониторинга земель.

Общая трудоемкость дисциплины: 108 часов / 3 зач. ед.

Промежуточный контроль: зачет

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» является освоение и формирование у бакалавров базовых знаний, умений и навыков по теоретическим и методическим основам экологического мониторинга, общего понимания организации и функционирования региональных и локальных систем экологического мониторинга, информационно- методического обеспечения анализа и решения проблемных агроэкологических ситуаций в условиях конкретного региона и ландшафта.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана. Дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование»

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» являются Введение в экологию и природопользование, Общая экология, Сельскохозяйственная экология (агроэкология), Инструментальные методы анализа объектов окружающей среды.

Дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Основы экологической экспертизы, Анализ и основы моделирования экосистем, Основы экологического менеджмента и аудита.

Особенностью дисциплины является то, что она тесно взаимосвязана с дисциплинами математического и естественнонаучного цикла подготовки по направлению «Экология и природопользование» и является основополагающей для работы в области экологического мониторинга основных диагностических показателей экологического состояния и функционального качества базовых компонентов агроэкосистем.

Рабочая программа дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» 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.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины «IoT системы экологического мониторинга»

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Владеть основными методами научно-исследовательской деятельности, включая методы отбора и полевых исследований основных компонентов экосистем, проведения лабораторных анализов и статистической обработки получаемых данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования, проектирования и ОВОС, использования ГИС и данных дистанционного зондирования с применением цифровых инструментов и технологий	ПКос-1.1 Владеть основными методами экологического мониторинга	Знать основные методы экологического мониторинга	Применять на практике методологии в рамках экологического мониторинга	Владеть основными методами экологического мониторинга
			ПКос-1.7 Владеть основными методами геоинформационных исследований, геостатистической и статистической обработки данных в экологии и природопользовании с применением цифровых инструментов и технологий	Знать основные методы геоинформационных исследований, геостатистической и статистической обработки данных в экологии и природопользовании с применением цифровых инструментов и технологий	Применять на практике методологии геоинформационных исследований, геостатистической и статистической обработки данных в экологии и природопользовании с применением цифровых инструментов и технологий	Владеть основными методами геоинформационных исследований, геостатистической и статистической обработки данных в экологии и природопользовании с применением цифровых инструментов и технологий
2.	ПКос-4	Способен применять на практике современные методы и технологии экологического картографирования и мониторинга, экологического проектирования и экспертизы,	ПКос-4.2 Работает с системами агроэкологического мониторинга, экологического проектирования и охраны природной среды	Знать системы агроэкологического мониторинга, экологического проектирования и охраны природной среды	Работать с системами агроэкологического мониторинга, экологического проектирования и охраны природной среды	Владеть навыками работы с системами агроэкологического мониторинга, экологического проектирования и охраны природной среды

		информационного обеспечения устойчивого развития сельских территорий и агроэкологической оптимизации технологий землепользования				
3	ПКос-3	Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения контрольно-надзорной деятельности, включая методы отбора и полевых обследований основных компонентов экосистем, статистической и геостатистической обработки получаемых данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования и проектирования, использования ГИС и данных дистанционного зондирования, экологического контроля и аудита, ОВОС и ООС с применением цифровых инструментов и технологий	ПКос-3.2 Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения экологического проектирования и картографирования с применением цифровых инструментов и технологий	Знать особенности информационно-методического обеспечения экологического проектирования и картографирования с применением цифровых инструментов и технологий	Применять полученные знания в области информационно-методического обеспечения экологического проектирования и картографирования с применением цифровых инструментов и технологий	Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения экологического проектирования и картографирования с применением цифровых инструментов и технологий

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам № 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	50,25	50,25
Аудиторная работа	50,25	50,25
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	18/4*	18/4*
<i>лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	16	16
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,75	57,75
<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>	48,75	48,75
<i>Прием зачета (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины «IoT системы экологического мониторинга»

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
Раздел 1. Проблемные агроэкологические ситуации и их анализ в рамках мониторинга	37,25	6	6	6	-	19,25
Раздел 2. Региональные и локальные системы экологического мониторинга земель	37,25	6	6/4*	6	-	19,25
Раздел 3. Смарт-технологии развития экологического мониторинга земель	33,25	4	6	4	-	19,25
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	-	0,25	-
Всего за 7 семестр	108	16	18	16	0,25	57,75
Итого по дисциплине	108	16	18	16	0,25	57,75

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Проблемные агроэкологические ситуации и их анализ в рамках мониторинга

Тема 1. Комплексный анализ процессов деградации земель и основных проблемных агроэкологических ситуаций

Системный анализ основных процессов агрогенной деградации земель (эрозия, дегумификация, обесструктурирование, подкисления, подщелачивание, осолонцевание, выщелачивание и.д.). Основные диагностические параметры процессов. Оценка потенциала и скорости их развития. Особенности временной динамики и пространственного разнообразия. Основные проблемные агроэкологические ситуации и их анализ в рамках мониторинга.

Тема 2. Основные представления о структуре и задачах экологического мониторинга земель

Основные задачи экологического мониторинга земель. Пространственно-временная структура его организации. Инструментальное обеспечение экологического мониторинга. Информационно-справочные и геоинформационные системы мониторинга. Использование результатов мониторинга в современных системах поддержки принятия управленческих, оценочных, экспертных и технологических решений.

Раздел 2. Региональные и локальные системы экологического мониторинга земель

Тема 1. Пространственно-временная организация регионального экологического мониторинга земель.

Методология и приоритетные задачи развития систем регионального экологического мониторинга земель. Геоинформационные системы регионального экологического мониторинга земель. Районированные нормативы агроэкологической оценки земель.

Тема 2. Информационно-методическое обеспечение локальных систем экологического мониторинга земель.

Методология и приоритетные задачи развития систем локального экологического мониторинга земель на уровне поля и хозяйства. Информационно-справочные системы локального экологического мониторинга и агроэкологической оптимизации земель.

Тема 3. Автоматизированные системы экологической оценки земель в структуре экологического мониторинга.

Агроэкологические функции земель. Их системный анализ и количественная оценка. Частные, факторные и интегральные оценки экологического качества земель и планирование землепользования. Оценка земель однородных и неоднородных участков. Анализ и типизация элементарных структур почвенного покрова при оценке земель. Экологические функции и сервисы почв.

Раздел 3. Смарт-технологии развития экологического мониторинга земель

Тема 1. Экологические вызовы XXI века и развитие смарт-систем сельского хозяйства.

Основные экологические и экономические вызовы XXI века: глобальные

изменения климата, экономических условий и технологий. Прогнозная оценка их влияния на сельское хозяйство и развитие сельских территорий. Анализ основных экологических и агроэкологических рисков землепользования. Развитие методологии смарт-систем сельского хозяйства, климатически адаптированных и экологически сбалансированных к условиям конкретного региона и ландшафта.

Тема 2. Экологическое обеспечение эффективного трансфера современных агротехнологий.

Экологические требования сельскохозяйственных культур, сортов и агротехнологий. Сравнительно-географический анализ региональных и локальных особенностей экологического качества земель. Научно обоснованный трансфер агротехнологий. Оценка воздействия на окружающую среду новых пестицидов и агрохимикатов. Предупреждение проблемных экологических ситуаций.

4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Проблемные агроэкологические ситуации и их анализ в рамках мониторинга				36,5
	Тема 1. Комплексный анализ процессов агрогенной деградации земель и основных проблемных агроэкологических ситуаций	Лекция №1 IoT системы экологического мониторинга	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		4
		Практическое занятие №1 Комплексный анализ процессов агрогенной деградации земель	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Выдача индивидуальных заданий	2
		Лекция №2 Проблемные экологические ситуации	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2
		Практическое занятие №2 Анализ основных проблемных экологических ситуаций	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Выдача индивидуальных заданий	2
	Тема 2. Основные представления о структуре и задачах экологического мониторинга земель	Лекция №3 Основные задачи экологического мониторинга	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		4
		Практическое занятие №3 Основные представления о структуре и задачах экологического мониторинга земель		Заслушивание индивидуальных заданий	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируе мые компетен ции	Вид контроль ного мероприя тия	Кол- во часов
		организации экологического мониторинга земель в условиях конкретного региона и агроландшафта	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		
		Практическое занятие №4 Организация экологического мониторинга земель в условиях конкретного региона и агроландшафта	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Деловая игра	4
2.	Раздел 2. Региональные и локальные системы экологического мониторинга земель				36,5
	Тема 1. Пространственно-временная организация регионального экологического мониторинга земель.	Лекция №4 Региональные системы экологического мониторинга земель	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2
		Практическое занятие №5 Региональный IoT системы экологического мониторинга земель с применением геоинформационных систем: QGIS; ArcGIS; MapInfo	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Заслушивание индивидуальных заданий	4
	Тема 2. Информационно-методическое обеспечение локальных систем экологического мониторинга земель.	Лекция №5 Локальные системы экологического мониторинга земель	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2
		Лекция №6 Информационно-справочные системы локального экологического мониторинга.	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2
		Практическое занятие №6 Комплексный анализ информационно-справочных систем локального экологического мониторинга	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Выдача индивидуальных заданий	2
	Тема 3. Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель в структуре экологического мониторинга	Практическое занятие №7 Развитие системы локального экологического мониторинга земель на уровне конкретного поля и хозяйства.	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Тест №1	2
		Лекция №7 Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель			4
		Практическое занятие №8 Применение автоматизированных систем локального экологического мониторинга земель	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Заслушивание индивидуальных заданий	4

	Раздел 3. Смарт-технологии развития экологического мониторинга земель			32,6
--	--	--	--	------

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
3.	Тема 1. Агроэкологические вызовы XXI века и развитие смарт-систем сельского хозяйства.	Лекция №9 Смарт-технологии в сельском хозяйстве	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2
		Практическое занятие №9 Развитие смарт-систем сельского хозяйства	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Заслушивание индивидуальных заданий	4
		Практическое занятие №10 Анализ основных экологических и агроэкологических рисков землепользования в условиях конкретного поля и хозяйства.	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Выдача индивидуальных заданий	2
		Лекция №10 Агроэкологические вызовы XXI века	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2
		Практическое занятие №11 IoT-системы в агроэкологическом мониторинге	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Выдача индивидуальных заданий	2
	Тема 2. Агроэкологическое обеспечение эффективного трансфера современных агротехнологий.	Лекция №11 Агроэкологическое обеспечение эффективного трансфера современных агротехнологий	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		4
		Практическое занятие №7 Агроэкологические требования сельскохозяйственных культур, сортов и агротехнологий.	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;	Заслушивание индивидуальных заданий	2
		Лекция №12 Трансфер агротехнологий	ПКос-1.7; ПКос-1.1; ПКос-3.2; ПКос-4.2;		2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Проблемные агроэкологические ситуации и их анализ в рамках мониторинга		

	Тема 1. Комплексный анализ процессов агрогенной деградации земель и основных проблемных агроэкологических ситуаций	Основные диагностические параметры процессов агрогенной деградации земель. Оценка потенциала и скорости их развития в условиях различных регионов и ландшафтов. УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1
	Тема 2. Основные представления о структуре и задачах экологического мониторинга земель	Инструментальное обеспечение экологического мониторинга земель в условиях различных регионов и ландшафтов. . УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1

Раздел 2. Региональные и локальные системы экологического мониторинга земель

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Тема 1. Пространственно-временная организация регионального экологического мониторинга земель	Региональные системы экологического мониторинга земель. УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1.
	Тема 2. Информационно-методическое обеспечение локальных систем экологического мониторинга земель	Проекты агроэкологической оптимизации земель. УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1
	Тема 3. Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель в структуре экологического мониторинга	Анализ и типизация экологического качества элементарных структур почвенного покрова при оценке земель. УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1; ПКос-3.5

Раздел 3. Смарт-технологии развития экологического мониторинга земель

	Тема 1 Агроэкологические вызовы XXI века и развитие смарт-систем сельского хозяйства	Основные экологические и экономические вызовы XXI века: глобальные изменения климата, экономических условий и технологий. УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1; ПКос-3.5.
	Тема 2. Агроэкологическое обеспечение эффективного трансфера современных агротехнологий	Оценка воздействия на окружающую среду новых пестицидов и агрохимикатов на представительных объектах экологического мониторинга земель. УК-4.2; УК-8.1; ПКос-1.1; ПКос-1.4; ПКос-4.1; ПКос-3.5.

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Лекция №1 IoT системы экологического мониторинга	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
2.	Лекция №2 Проблемные агроэкологические ситуации	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
3.	Лекция №3 Основные задачи экологического мониторинга	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
4.	Лекция №4 Пространственно-временная структура организации экологического мониторинга земель в условиях конкретного региона и агроландшафта	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost

5.	Лекция №5 Региональные системы экологического мониторинга земель	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
6.	Лекция №6 Локальные системы экологического мониторинга земель	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
7.	Лекция №7 Информационно-справочные системы локального экологического мониторинга.	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
8.	Лекция №8 Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost

9.	Лекция №9 Смарт-технологии в сельском хозяйстве	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
10.	Лекция №10 Агроэкологические вызовы XXI века	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
11.	Лекция №11 Агроэкологическое обеспечение эффективного трансфера современных агротехнологий	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
12.	Лекция №12 Трансфер агротехнологий	Л	Лекция на платформе Webinar или Yandex.Telemost
13.	Практическое занятие №1 Комплексный анализ процессов агрогенной деградации земель	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Padlet
14.	Практическое занятие №2 Анализ основных проблемных агроэкологических ситуаций	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Padlet
15.	Практическое занятие №3 Основные представления о структуре и задачах экологического мониторинга земель	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Webinar или Yandex.Telemost
16.	Практическое занятие №4 Организация экологического мониторинга земель в условиях конкретного региона и агроландшафта	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Webinar или Yandex.Telemost
17.	Практическое занятие №5 Региональный IoT системы экологического мониторинга земель с применением геоинформационных систем: QGIS; ArcGIS; MapInfo	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Webinar или Yandex.Telemost
18.	Практическое занятие №6 Комплексный анализ информационно-справочных систем локального экологического мониторинга	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Padlet
19.	Практическое занятие №7 Развитие системы локального экологического	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Тестирование с

	мониторинга земель на уровне конкретного поля и хозяйства.		применением интернет-сервиса Onlinetestpad
20.	Практическое занятие №8 Применение автоматизированных систем локального экологического мониторинга земель	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Webinar или Yandex.Telemost
21.	Практическое занятие №9 Развитие смарт-систем сельского хозяйства	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Webinar или Yandex.Telemost
22.	Практическое занятие №10 Анализ основных экологических и агроэкологических рисков землепользования в условиях конкретного поля и хозяйства.	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Padlet
23.	Практическое занятие №11 IoT-системы в агроэкологическом мониторинге	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Padlet
24.	Практическое занятие №12 Агроэкологические требования сельскохозяйственных культур, сортов и агротехнологий.	ПЗ	Объявление задания на портале: portal.timacad.ru Поиск и изучение материала в библиографических и реферативных базах данных: Scopus, Web of Science, Elibrary. Защита выполненной работы на платформе Webinar или Yandex.Telemost

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 IoT системы экологического мониторинга

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

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Глобальный мониторинг, его необходимость и организация.
2. Обзор методов анализа объектов окружающей среды.
3. Фоновый мониторинг: задачи, организация, методы.
4. Результаты фонового мониторинга (на примере двух - трех биосферных заповедников).
5. Трансграничный перенос загрязнителей.

6. Мониторинг источников загрязнения.
7. Мониторинг атмосферы г. Москвы.
8. Мониторинг водных объектов Московского региона.
9. Мониторинг морской акватории (на примере одного из морей РФ).
10. Мониторинг района предприятия (общие вопросы и конкретный пример).
11. Глобальный и национальный мониторинг радиационной ситуации.
12. Радиохимический мониторинг зоны крупной радиационной аварии (на примере аварии на ЧАЭС, ПО «Маяк» и др.).
13. Мониторинг района ТЭС.
14. Мониторинг района АЭС в условиях стабильной работы.
15. Мониторинг города с населением около 500 тыс. человек.
16. Мониторинг области (края) РФ (на конкретном примере).
17. Моделирование распространения загрязнителей в окружающей среде.
18. Мониторинг загрязнения окружающей среды диоксинами.
19. Мониторинг загрязнения окружающей среды пестицидами.
20. Мониторинг загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.
21. Мониторинг загрязнения окружающей среды ПАУ.
22. Организация мониторинга окружающей среды в РФ.
23. Мониторинг биоты на разных уровнях его проведения.
24. Биоиндикаторы в мониторинге загрязнения окружающей среды.
25. Мониторинг биологического воздействия на окружающую среду.
26. Мониторинг физических факторов воздействия на окружающую среду.
27. Мониторинг воздействия шума и СВЧ-излучений на человека.
28. Наземные автоматизированные системы мониторинга окружающей среды.
29. Авиационные методы мониторинга окружающей среды.
30. Космические системы мониторинга окружающей среды.
31. Мониторинг околоземного космического пространства.
32. Мониторинг абиотических объектов окружающей среды.
33. Прогнозирование состояния окружающей среды по результатам мониторинга.
34. Мониторинг окружающей среды: международное сотрудничество.
35. Мониторинг окружающей среды: исторический очерк.

Примерное расчётное задание по Теме 1. Комплексный анализ процессов агрогенной деградации земель и основных проблемных агроэкологических ситуаций

Определение общесанитарного индекса качества воды (ИКВ)

В соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения» для характеристики воды используется комплексный показатель *индекс качества воды (ИКВ)* – обобщенная числовая оценка качества воды по совокупности основных показателей и видам водопользования. *Общесанитарный* индекс качества воды является наиболее разработанным, строится на основании экспертных процедур и рассчитывается по формуле:

$$\text{ИКВ} = \sum_{i=1}^p \gamma_i * \omega \quad (1)$$

где γ_i – вес показателя, входящего в общесанитарный ИКВ; ω_i – баллы (от 1 до 5), присваиваемые каждому показателю, входящему в общесанитарный ИКВ; p – показатели, входящие в общесанитарный ИКВ

Для определения общесанитарного ИКВ сначала проводится анализ проб воды, в котором устанавливаются величины показателей, затем проводится их балльная оценка с помощью табл. 1, после чего определяется величина ИКВ по формуле (1).

Таблица 1 – Общесанитарный индекс качества воды

Показатели	Вес (γ)	Балл (ω)				
		5	4	3	2	1
Коли-индекс	0,18	0 – 100	101 – 1000	$10^3 – 10^5$	$10^5 – 10^7$	$> 10^7$
Запах, баллы	0,13	0	1 – 2	3	4	5
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0,12	< 1	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 10,0	> 10
pH	0,10	$6,5 < \text{pH} \leq 8,0$	$6,0 < \text{pH} \leq 6,5$ $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$	$5,0 < \text{pH} \leq 6,0$ $8,5 < \text{pH} \leq 9,5$	$4,0 \leq \text{pH} \leq 5,0$ $9,5 < \text{pH} \leq 10$	$\text{pH} < 4,0$ $\text{pH} > 10$
Растворенный кислород, мг О ₂ /л	0,09	> 8	8 – 6	6 – 4	4 – 2	< 2
Цветность, град	0,09	< 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50	> 50
Взвешенные вещества, мг/л	0,08	< 10	10 – 20	21 – 50	51 – 100	> 100
Общая минерализация, мг/л	0,08	< 500	500 – 1000	1001 – 1500	1501 – 2000	> 2000
Хлориды, мг/л	0,07	< 200	200 – 350	351 – 500	501 – 700	> 700
Сульфаты, мг/л	0,06	< 250	250 – 500	501 – 700	701 – 1000	> 1000

Качественное состояние воды водных объектов в зависимости от величины ИКВ определяют по таблице 2

Таблица 2.– Классификация качества воды водоемов в зависимости от общесанитарного ИКВ

Качественное состояние воды	Значения ИКВ	Класс качества воды
Очень чистые	5,0	1
Чистые	4,1...4,9	2
Умеренно загрязненные	2,6...4,0	3
Загрязненные	1,6...2,5	4
Грязные	$\leq 1,5$	5

Примерное задание для расчётного задания на по Теме 2. Основные представления о структуре и задачах экологического мониторинга земель

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:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) \quad (2)$$

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

При определении ИЗВ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расчет ведут по величине $\text{ПДК}_в$ для шести компонентов, имеющих наибольшую кратность превышения ($C/\text{ПДК}_в$), 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
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

Примерное задание для расчётного задания по Теме 2. Информационно-методическое обеспечение локальных систем

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;

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

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

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

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
Исследуемый образец	Валовое содержание тяжёлых металлов, мг/кг сухого вещества					
	14,1	4,5	53,3	105,9	24,5	8,4

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

Примерные тестовые задания по Теме 3. Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель в структуре экологического

мониторинга

1. Что определяет несущую способность почв для работы на них сельскохозяйственных машин?
 - а) гранулометрический состав
 - б) плотность сложения
 - в) влажность почвы
 - г) кислотность почвы
2. Что из перечисленного часто определяет санитарно-экологическое состояние земель?
 - а) свет
 - б) температура
 - в) культура земледелия
 - г) мониторинг
3. Какие функции земель в основном нарушаются в результате сильного обесструктурирования и переуплотнения верхних горизонтов пахотных почв?
 - а) биоценоотические
 - б) экологические
 - в) синэкологические
 - г) гидрофизические
4. Что, прежде всего, приводит к значительному снижению потенциала санитарно-экологических функций почв, их способности к самоочищению?
 - а) подкисление почв
 - б) подщелачивание почв
 - в) забрасывание земель
 - г) сужение биоразнообразия почв
5. Что является основным фактором вывода земельных массивов из активного землепользования в условиях России?
 - а) загрязнение
 - б) засоление
 - в) эрозия
 - г) переуплотнение
6. Какие проекты сельскохозяйственного землепользования приводят к наиболее глубоким изменениям экологического состояния земель?
 - а) земледельческие
 - б) орошения
 - в) животноводства
 - г) предприятий переработки
7. Какие проекты сельскохозяйственного землепользования приводят к наиболее массовым изменениям экологического состояния земель?
 - а) земледельческие
 - б) орошения
 - в) животноводства
 - г) предприятий переработки
8. Что способно вызвать наиболее глубокую деградацию почвенного поглощающего комплекса?
 - а) техногенное переуплотнение
 - б) орошение
 - в) применение удобрений
 - г) загрязнение
9. Доминирующие в России факторы ежегодного сокращения удельной площади земель, пригодных для активного сельскохозяйственного использования?
 - а) механические техногенные нарушения
 - б) эрозия
 - в) загрязнение
 - г) зарастание
10. Какие агроэкологические модели могут наиболее эффективно использоваться для количественной оценки экологических и экономических рисков сельскохозяйственного землепользования?
 - а) педодинамические модели миграции
 - б) модели уплотнения

- в) модели продукционного процесса
- г) модели гумусообразования

Примерные вопросы для контрольной работы по Теме 1. Агроэкологические вызовы XXI века и развитие смарт-систем сельского хозяйства.

1. Предложите ОДП для анализа основных процессов агрогенной деградации земель (эрозия, дегумификация, обесструктурирование, подкисление, подщелачивание, осолонцевание, выщелачивание и.д.) в условиях конкретного региона.
2. Проведите сравнительный анализ лимитирующих агроэкологических факторов и параметров состояния почв в условиях конкретного региона.
3. Проведите оценку потенциала и скорости развития основных процессов агрогенной деградации земель (эрозия, дегумификация, обесструктурирование, подкисление, подщелачивание, осолонцевание, выщелачивание и.д.) в условиях различных ландшафтов конкретного региона.
4. Проведите сравнительный анализ агроэкологических требований сельскохозяйственных культур, сортов и агротехнологий в условиях различных ландшафтов конкретного региона.
5. Предложите проект организации экологического мониторинга эрозионно-опасного агроландшафта.
6. Предложите проект организации экологического мониторинга земель в агроландшафте с повышенным риском развития осолонцевания.
7. Предложите проект организации экологического мониторинга земель орошаемого массива.
8. Предложите проект организации экологического мониторинга земель свекловичного севооборота.
9. Предложите проект организации экологического мониторинга земель прифермского севооборота.
10. Предложите проект организации экологического мониторинга земель в зоне влияния равнинного водохранилища.

**Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине
«IoT системы экологического мониторинга»**

1. Продукционный процесс и системный анализ лимитирующих факторов биопродуктивности агроэкосистем.
2. Ограниченность пахотнопригодных земельных ресурсов. Основные причины и факторы антропогенного опустынивания и деградации земель.
3. Агрогенная деградация и загрязнение базовых элементов агроландшафта (почва, растительность, водоемы, грунтовые воды, воздух).
4. Анализ основных факторов и параметров агрогенного воздействия на окружающую среду (почву, растительность, водоемы, грунтовые воды, воздух).
5. Агроэкологические проблемы глобальных изменений климата: результаты наблюдений, факторы, современное состояние, причины, прогноз, средства предотвращения.

6. Классификация загрязнений сельскохозяйственных земель. Нормирование. Понятие о предельно-допустимых концентрациях загрязняющих веществ.
7. Классификация, структурно-функциональные свойства и основные составляющие агроэкосистем в системе экологического мониторинга.
8. Агроэкологический природно-ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства. Ресурсный цикл в сельском хозяйстве.
9. Агроэкологические проблемы производства экологически безопасной и сбалансированной по элементам питания сельскохозяйственной продукции.
10. Экологические проблемы агроландшафтов и сельских территорий в основных природно-сельскохозяйственных регионах России и странах СНГ.
11. Агроэкологические проблемы сохранения почвенного покрова и биологического разнообразия сельских территорий.
12. Агроэкологические основы воспроизводства и сохранения плодородия почв.
13. Системный анализ проблемных агроэкологических ситуаций и нормативные прогнозы их разрешения в рамках экологического мониторинга.
14. Сравнительный анализ систем экологического и экологического мониторинга земель.
15. Основные направления и задачи экологического мониторинга земель.
16. Что входит в перечень наиболее часто рассматриваемых почвенных агроэкологических функций?
17. В чем состоит основная задача агроэкологической типизации земель и землепользования в рамках экологического мониторинга?
18. Когда достигаются наилучшие условия для практического использования результатов агроэкологической оценки и типизации земель?
19. Что составляет информационную основу агроэкологической оценки и типизации земель в рамках экологического мониторинга?
20. Какие информационно-аналитические процедуры входят в систему анализа экологического качества почв и земель в рамках мониторинга?
21. Какие модели можно использовать для количественной оценки агроэкологических рисков землепользования в рамках экологического мониторинга?
22. Как дифференцируются нормативы агроэкологической оценки и типизации земель в рамках экологического мониторинга?
23. Как рассчитывается интегральная оценка качества земель агроэкологически неоднородного участка в рамках экологического мониторинга?
24. Что собой представляют динамические модели продукционного процесса, используемые в рамках экологического мониторинга?
25. Что, как правило, учитывается при расчете потенциальной урожайности по 1-му лимиту плодородия земель в рамках экологического мониторинга?
26. На основе каких данных рассчитывается потенциальная урожайность по 2-му лимиту плодородия земель в рамках экологического мониторинга?
27. Как рассчитывается потенциальная урожайность с учетом ресурсных показателей почв в системе экологического мониторинга?
28. Как учитываются лимитирующие факторы почв при расчете потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур в системе мониторинга?
29. Как влияют экспозиция и форма склона на относительное увлажнение местообитаний и потенциальную урожайность сельскохозяйственных культур?

30. Как используются результаты динамического моделирования продукционного процесса в системе экологического мониторинга?
31. Основные агроэкологические и экономические вызовы XXI века: глобальные изменения климата, экономических условий и технологий.
32. Проблемные агроэкологические ситуации и их анализ в рамках экологического мониторинга. Выбор основных диагностических параметров.
33. Прогнозная оценка влияния глобальных изменений на сельское хозяйство и развитие сельских территорий.
34. Сравнительно-географический анализ региональных и локальных особенностей экологического качества земель в системе мониторинга.
35. Инструментальное обеспечение экологического мониторинга. Понятие «футпринт» измерений высоко динамичных показателей.
36. Геоинформационные системы регионального экологического мониторинга. Районированные нормативы агроэкологической оценки земель.
37. Экологические сервисы почв. Их количественная оценка, моделирование и прогнозирование.
38. Предложите набор основных диагностических показателей для анализа подкисления в системе регионального экологического мониторинга почв.
39. Предложите набор основных диагностических показателей для анализа подщелачивания в системе регионального экологического мониторинга.
40. Предложите принципиальную структуру организации экологического мониторинга земель прифермского севооборота.
41. Анализ основных факторов и параметров агрогенного воздействия на окружающую среду в системе экологического мониторинга.
42. Анализ основных факторов и параметров агрогенного воздействия на почвы и почвенный покров в системе экологического мониторинга.
43. Основные задачи функционально-экологической типизации земель и землепользования в рамках экологического мониторинга.
44. Модели количественной оценки экологических рисков землепользования в рамках экологического мониторинга.
45. Динамические модели продукционного процесса, используемые в рамках экологического мониторинга.
46. Ресурсные и лимитирующие факторы функционирования основных типов и видов землепользования.
47. Планирование структуры экологического мониторинга земель в системе страхования посевов.
48. Функционально-экологическая оценка рельефа и геоморфологических условий в системах регионального и локального экологического мониторинга.
49. Анализ влияния экспозиции, формы, крутизны и длины склона на развитие проблемных агроэкологических ситуаций в системе мониторинга.
50. Функционально-экологическая оценка почвообразующих пород и геологических условий в системе регионального и локального экологического мониторинга.
51. Мониторинг глубины солевых барьеров в системах богарного и орошаемого землепользования на землях различного гранулометрического состава.
52. Оценка запасов продуктивной влаги и гидрофизических свойств почв в системе регионального и локального экологического мониторинга.

53. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в системе регионального и локального экологического мониторинга.
54. Анализ фитосанитарной обстановки при функционально-экологической оценке и агроэкологическом мониторинге земель.
55. Разработка рекомендаций по результатам экологического мониторинга почв и земель.
56. Системный анализ основных процессов деградации земель (эрозия, де-гумификация, подкисления, осолонцевание и.д.).
57. Особенности временной динамики и пространственного разнообразия деградационных процессов в ландшафте.
58. Использование результатов экологического мониторинга в современных системах поддержки принятия управленческих и технологических решений.
59. Методология и приоритетные задачи развития систем локального экологического мониторинга земель на уровне хозяйства и землепользования.
60. Автоматизированные системы функционально-экологической оценки земель и землепользования в структуре экологического мониторинга.

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

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

Критерии оценки при сдаче зачета с оценкой по традиционной системе:

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	оценку « зачтено » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший максимально информационно индивидуальное задание, ответивший развернуто на вопросы устного опроса. Ответивший на вопросы в билете и дополнительные вопросы - полностью
Не зачтено	оценку « не зачтено » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, не выполнивший индивидуальное задание или не раскрывший тему. Не ответивший на вопросы в билете или ответивший не верно.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. 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)

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

7.2 Дополнительная литература

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

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

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

4. 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.

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

7.3 Нормативные правовые акты

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

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

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

1. <https://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 по дисциплине «IoT системы экологического мониторинга»

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Лекционная аудитория (корпус №29 – аудитория 218,211, 206)	Интерактивная мультимедиа система
Учебная аудитория (корпус №29 – аудитория 203)	Учебная лаборатория. 6 островных столов, 5 пристенных столов для оборудования, стол преподавателя, 32 стула, стационарный проектор, ноутбук.
Учебная аудитория (корпус №29 – аудитория 217)	Мультимедиа проектор LED Xiaomi, ноутбук, маркерная доска, 12 столов, 34 стула, стол преподавателя.
Учебная аудитория (корпус №29 – аудитория 501)	Мультимедиа проектор LED Xiaomi, ноутбук, маркерная доска, 25 комбинаций стол + лавка, стол преподавателя, 2 стула.
Читальный зал (Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова), Комнаты самоподготовки (общеежития)	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 конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» позволяет студентам углубить знания по разделам: охраны окружающей среды и здоровье населения, агроэкологическому нормированию, методам агроэкологических исследований, имеющих важное прикладное практическое значение. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения каждого из основных разделов дисциплины. Промежуточный срез знаний проводится письменно (тестирование, контрольные работы, индивидуальное задание. Тесты могут использоваться студентами в процессе самостоятельной подготовки как по отдельным темам, так и по дисциплине в целом. В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, рефераты. Изучение дисциплины заканчивается курсовым проектом и экзаменом.

Программу разработали:

А.М. Ярославцев, к.б.н., доцент



Н.А. Александров, старший преподаватель



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 ИОТ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование»,
Направленность: «Экологический мониторинг и агроэкология»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Мазировым Михаилом Арнольдовичем, профессором кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» 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 (разработчики Ярославцев Алексей Михайлович, кандидат биологических наук, доцент, Александров Никита Александрович, старший преподаватель).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» (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 «IoT системы экологического мониторинга» закреплено 5 **компетенций**. Дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» 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 «IoT системы экологического мониторинга» составляет 4 зачётные единицы (108 часов).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «IoT системы экологического мониторинга» 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 – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, из которых 2 – нормативно-правовые акты и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 – «Экология и природопользование».

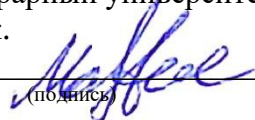
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

11. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «IoT системы экологического мониторинга».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «IoT системы экологического мониторинга» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование», направленность Экологический мониторинг и агроэкология, квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Ярославцевым Алексеем Михайловичем, кандидатом биологических наук, доцентом, 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: Мазиров М. А., профессор кафедры земледелия и методики опытного дела
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева» доктор биологических наук.

 «4» мая 2026г.
(подпись)