

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

Дата подписания: 2023.08.24 16:34:23

Уникальный программный ключ:

dc6dc8515334aed86f2a7c3a8ce2cf217be1e29

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

Д.М. Бенин

“28” августа 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.17 «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием
искусственного интеллекта»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 05.03.06 – «Экология и природопользование»

Направленность: Экология и устойчивое развитие, Агроэкология,

Природопользование и экологически безопасная продукция

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчики: Васенев И.И. д.б.н., профессор



Бузылев А.В., ст. преподаватель



«28» августа 2023г.

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


(подпись)

«28» августа 2023г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры Экологии протокол № 11/24 от «28» августа 2023г.

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



«28» августа 2023г.

Согласовано:

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



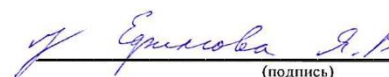
Ивахненко Н.Н.
«28» августа 2023г.

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



«28» августа 2023г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	18
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	22
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	23
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	23
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	24
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	24
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	25
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	25
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	26
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНАЛИЗ И ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ».....	28

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины **Б1.О.17 «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» для подготовки бакалавра по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование», направленности: Экология и устойчивое развитие, Агроэкология, Природопользование и экологически безопасная продукция**

Цель освоения дисциплины: выработка у бакалавров целостного представления о задачах и возможностях применения современных методов системного анализа и моделирования экосистем, формирование у бакалавров базовых знаний, умений и навыков по теоретическим и информационно-методическим основам системного анализа и моделирования экологических систем, включая оценку экологического состояния и функционального качества их базовых компонентов, использованию, верификации и настройке рамочных информационно-справочных систем и систем поддержки принятия решений для анализа и решения проблемных экологических и агроэкологических ситуаций в условиях конкретного региона и ландшафта.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть Б1.О учебного плана по направлению подготовки 05.03.06. «Экология и природопользование», направленности: Экология и устойчивое развитие, Агроэкология, Природопользование и экологически безопасная продукция.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2

Краткое содержание дисциплины: методологические основы системного анализа и моделирования экосистем. Основные понятия, термины, определения объекта и предмета системного анализа. Основные свойства систем. Открытые, закрытые, статические, динамичные системы. Особенности биологических систем. Экосистемы и агроэкосистемы как объекты системного анализа. Функционально-компонентный анализ экосистем. Методы управления экосистемами. Анализ поведения сложных систем. Иерархическая структура пространственной организации экосистем и агроэкосистем. Геостатистические модели их основных диагностических показателей. Логические, графические и математические модели систем. Роль моделей в экологии. Использование метода ориентированных графов для исследования экосистем. Исследование биосистем. Применение математических методов в прикладной экологии. Информационно-аналитические системы поддержки принятия решений. Агроэкологические модели и их систематизация. Функционально-экологическая интерпретация и пространственная экстраполяция результатов моделирования. Анализ, оценка и мониторинг региональных и локальных экологических проблем с использованием моделей оценки экологического состояния и функционального качества их базовых компонентов. Динамические модели экосистем и агроэкосистем.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем» является выработка у бакалавров целостного представления о задачах и возможностях применения современных методов системного анализа и моделирования экосистем, формирование у бакалавров базовых знаний, умений и навыков по теоретическим и информационно-методическим основам системного анализа и моделирования экологических систем, включая оценку экологического состояния и функционального качества их базовых компонентов, использованию, верификации и настройке рамочных информационно-справочных систем и систем поддержки принятия решений для анализа и решения проблемных экологических и агроэкологических ситуаций в условиях конкретного региона и ландшафта.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» включена в обязательную часть блока Б1. Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование», направленность Экология и устойчивое развитие, Агроэкология, Природопользование и экологически безопасная продукция

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» являются «Ландшафтоведение», «Общая экология», «Геоэкология», «Сельскохозяйственная экология», «Методы экологических исследований», «Экологический мониторинг», «Агроэкологический мониторинг».

Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Автоматизированные системы функционально-экологической оценки земель», «Агроэкологическое моделирование», «Основы земельного кадастра».

Освоение дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» позволяет сформировать у студентов целостное представление о возможностях применения современных методов системного анализа и моделирования экосистем, включая оценку экологического состояния и функционального качества их базовых компонентов, использование, верификацию и настройку рамочных информационно-справочных систем поддержки принятия решений для анализа и решения проблемных экологических и агроэкологических ситуаций.

Рабочая программа дисциплины «Анализ и основы моделирования

экосистем с использованием искусственного интеллекта» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1:

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знать актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности.	актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере экологии и природопользования, агроэкологии и прочих экосистем	применять знания полученные из российских и зарубежных источников в сфере экологии и природопользования, агроэкологии и прочих экосистем	Навыками обработки информации полученной из российских и зарубежных источников в сфере экологии и природопользования, агроэкологии и прочих экосистем
			УК-1.2 Иметь навыки применения системного подхода для решения поставленных задач	Основные подходы для решения поставленных задач в своей профессиональной области	Анализировать и систематизировать данные для решения поставленных задач в своей профессиональной области	Навыками представления решенных задач в своей профессиональной области
2	ОПК-3	Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.3 Уметь применять на практике современные методы математической обработки результатов экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	- методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации.	системно обрабатывать /анализировать полевую и лабораторную экологическую информацию.	- методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации.
3	ОПК-5	Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-	ОПК-5.2 Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области природопользования с использованием информационных технологий	методы системного анализа базовой информации в области экологии и природопользования с применением информационных технологий.	- критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования с применением современных ИТ.	- способностью понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования с применением современных ИТ.

		коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий	ОПК-5.3 Владеть навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности в области охраны природы с использованием информационно-коммуникационных и геоинформационных технологий	методы обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, формирования баз данных, оценки воздействия на окружающую среду.	- системно анализировать производственную, полевую и лабораторную экологическую информацию, с формированием баз данных и оценкой воздействия на окружающую среду.	- методами обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, формирования баз данных, оценки воздействия на окружающую среду.
4	ОПК-6	Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности	ОПК-6.1 Знать основные методы проектирования в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	основные методы проектирования в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	Применять основные методы проектирования в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	основными методами проектирования в профессиональной и научно-исследовательской деятельности
			ОПК-6.2 Уметь представлять и защищать результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности	представлять и защищать результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности	представлять и защищать результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности на публике	Навыками представления результатов своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4,0 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ по 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
		№ 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	70,4	70,4
Аудиторная работа	70,4	70,4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>Лабораторные работы (Лаб)</i>	34	34
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	73,6	73,6
<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>	49	49
<i>Подготовка к экзамену</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
		Л	Лаб	ПКР	
Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа	18	4	4		10
Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.	36	8	8		20
Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.	38	8	10		20
Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации агроэкосистем.	36	8	8		20
Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем.	13,6	6	4		3,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 7 семестр	144	34	34	0,4	73,6
Итого по дисциплине	144	34	34	0,4	73,6

Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа

Тема 1.1. Основные свойства систем, статистические методы и этапы системного анализа

Базовые определения систем, объекта и предмета системного анализа. Основные свойства систем. История развития системного анализа. Функциональные задачи системного подхода. Этапы системного анализа. Статистические методы системных исследований. Выбор и обоснование рабочей гипотезы анализа (агро-) экосистемы. Тестирование гипотезы с применением методов статистики.

Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем

Тема 2.1. Классификация систем и анализ поведения сложных систем.

Классификация систем. Открытые, закрытые, статические, динамические системы. Особенности биологических систем. Экосистемы и агроэкосистемы как объекты системного анализа. Функционально-компонентный анализ экосистем. Методы управления системами. Анализ поведения сложных систем. Современное состояние системных исследований. Иерархическое структурирование исследуемой системы. Построение модельного древа регрессии.

Тема 2.2. Моделирование в системном анализе. Пространственная организация и геостатистические модели экосистем и агроэкосистем.

Моделирование в системном анализе. Логические, графические и математические модели систем. Роль моделей в экологии. Использование метода ориентированных графов для исследования экосистем. Исследование биосистем. Иерархическая структура пространственной организации экосистем и агроэкосистем. Геостатистические модели их основных диагностических показателей. Геоинформационные системы и анализ локальных и региональных экосистем. Методические особенности растровых и векторных ГИС как геоинформационных моделей экосистем. Геостатистический анализ (агро-) экосистем в SURFER. Автоматизированное построение картографических моделей их основных диагностических показателей.

Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем

Тема 3.1. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем.

Функционально-компонентный анализ основных вариантов и базовых компонентов экосистем. Функциональное и методическое структурирование экосистем, их моделей и систем мониторинга экосистем. Функционально-экологическая интерпретация и пространственная экстраполяция результатов моделирования. Анализ, оценка и мониторинг региональных и локальных экологических проблем с использованием моделей оценки экологического состояния и функционального качества их базовых компонентов, экологических моделей и геоинформационных систем.

Тема 3.2. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель как структурно-функциональных подсистем.

Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель. Базовые алгоритмы агроэкологической оценки и программа Региональной автоматизированной системы комплексного агроэкологического анализа земель (РАСКАЗ). Геоинформационные и информационно-справочные системы для агроэкологической оценки и оптимизации сельскохозяйственного землепользования и агротехнологий земледелия. Электронные атласы агроэкологического состояния земель.

Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации экосистем и агроэкосистем

Тема 4.1. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.

Системный анализ проблемных экологических и агроэкологических ситуаций. Применение математических методов в прикладной экологии и агроэкологии. Информационно-аналитические системы поддержки принятия решений. Анализ, выбор, фильтрация базовых параметров при решении оценочно-оптимизационных экологических и агроэкологических задач. Научные основы теории принятия решений. Принятие решений в условиях различной определенности и риска. Многокритериальные задачи принятия решений.

Тема 4.2. Оптимизационные задачи в экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация.

Автоматизированные системы принятия решений в экологии и агроэкологии. Оптимизационные задачи. Критерии оптимальности. Вопросы объективности решений. Функциональные модели решения оптимизационных задач в экологии и агроэкологии. Решение оптимизационных задач с применением экспертных информационно-справочных систем. Решение на базе СППР ЛИССОЗ (АКОРД-Р) типовых задач прогнозирования продукционного процесса, урожайности культур и агроэкологической оптимизации землепользования. Агроэкологические модели и их систематизация. Структура основных вариантов моделей. Методическое и нормативно-справочное обеспечение. Тестирование моделей. Экстраполяция результатов. Сфера применения. Иерархические структуры. Иерархическая организация экологических систем/подсистем и их моделей. Решение типовых задач выбора оптимальных культур, систем обработки почв и доз удобрений с учетом свойств конкретного участка.

Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем и агроэкосистем

Тема 5.1. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ.

Динамика биологических и экологических систем. Методы описания динамических процессов. Динамические модели экосистем и агроэкосистем. Модели потоков парниковых газов. Модели фотосинтеза и продукционного процесса. Модели влагопереноса и трансформации растворов. Идентификация и верификация экологических и агроэкологических моделей. Педотрансферные функции. Моделирование миграции и трансформации загрязняющих веществ.

Экологическая регламентация землепользования с применением динамических моделей и геоинформационных систем.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа.				
	Тема 1.1. Основные свойства систем, статистические методы и этапы системного анализа	Лекция № 1. Основные свойства систем, статистические методы и этапы системного анализа.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 1. Формирование базы данных по анализу рабочего участка исследуемой (агро)экосистемы в Excel. Выявление основных диагностических параметров качества агроэкосистем.	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Отчет в письменной форме	2
		Лабораторная работа № 2. Выбор и обоснование лимитирующих факторов функционирования (агро)экосистемы. Верификация лимитирующих факторов с анализом регрессионных моделей в Excel.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Отчет в письменной форме	2
2	Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.				
	Тема 2.1. Классификация систем и анализ поведения сложных систем.	Лекция № 2. Классификация систем и анализ поведения сложных систем.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 3. Функционально-иерархическое структурирование исследуемой (агро)экосистемы в Excel. Статистический анализ выделенных подмассивов данных.	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 4. Многофакторный дисперсионный анализ агроэкологических характеристик. Построение обратного древа регрессии лимитирующих параметров качества агроэкосистем.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Защита отчета по работе	2
	Тема 2.2. Моделирование в системном анализе. Пространственная организация и геостатистические модели экосистем и агроэкосистем	Лекция №3. Моделирование в системном анализе. Пространственная организация и геостатистические модели экосистем и агроэкосистем.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
Лабораторная работа № 5. Геостатистический анализ исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER. Интерполяция и прикладная интерпретация результатов.		ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2	

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа № 6. Автоматизированное построение 2D и 3D картографических моделей основных диагностических показателей исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Защита отчета по работе	2
3.	Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.				
	Тема 3.1. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем.	Лекция № 4. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 7. Функционально-экологическое структурирование основных диагностических показателей качества почв. Локализация экологических нормативов оценки.	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 8. Анализ, моделирование и нормативное прогнозирование проблемных экологических ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Защита отчета по работе	2
	Тема 3.2. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель как структурно-функциональных подсистем.	Лекция № 5. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель как структурно-функциональных подсистем.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 9. Агроэкологическая оценка почв и земель как базовых компонентов агроэкосистем (в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р)	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 10. Анализ, моделирование и нормативное прогнозирование проблемных агроэкологических ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Защита отчета по работе	2
4	Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации экосистем и агроэкосистем.				
	Тема 4.1. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.	Лекция № 6. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 11. Заполнение и анализ базы данных почвенных и метрических характеристик двух локальных моделируемых агроэкосистем в программе ЛИССОЗ.	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 12. Анализ потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур на двух полях при разных уровнях обеспеченности суммы активных температур и осадков вегетационного периода.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Защита отчета по работе	2
	Тема 4.2. Оптимизационные задачи в	Лекция №7.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация	Оптимизационные задачи в экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация.			
		Лабораторная работа № 13. Агроэкологическая оптимизация выбора системы обработки почв с учетом предшественника и агроэкологических особенностей земель двух анализируемых участков.	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 14. Агроэкологическая оптимизация выбора системы удобрения почв двух анализируемых участков с учетом планируемой урожайности, агроэкологических особенностей почв, наличия органических удобрений и состава доступных минеральных удобрений.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 15. Экономическая и агроэкологическая оценка базовых вариантов агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур на двух полях с разным уровнем обеспеченности суммы активных температур и осадков вегетационного периода.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
5.	Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем и агроэкосистем.				
	Тема 5.1. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ	Лекция № 8. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 16. Экологическая оценка динамики почвенных потоков CO ₂ в пост-агрогенной сукцессии зарастания лесом залежной дерново-подзолистой почвы.	ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2	Отчет в письменной форме	2
		Лабораторная работа № 17. Экологическая оценка эрозии почв на склонах с разным уровнем защиты почв от эрозии при осадках различной интенсивности и длительности.	УК-1.1; УК-1.2; ОПК-3.3;	Отчет в письменной форме	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа.		
1.	Тема 1.1. Основные свойства систем, статистические методы и этапы системного анализа	История развития системного анализа. Функциональные задачи системного подхода. Этапы системного анализа. Выбор и обоснование рабочей гипотезы анализа (агро-) экосистемы. Тестирование гипотезы с применением методов статистики.

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.		
2.	Тема 2.1. Классификация систем и анализ поведения сложных систем	Экосистемы и агроэкосистемы как объекты системного анализа. Функционально-компонентный анализ экосистем. Методы управления системами. Современное состояние системных исследований.
3.	Тема 2.2. Моделирование в системном анализе. Пространственная организация и геостатистические модели экосистем и агроэкосистем.	Иерархическая структура пространственной организации экосистем и агроэкосистем. Геостатистические модели их основных диагностических показателей. Геоинформационные системы и анализ локальных и региональных экосистем. Автоматизированное построение картографических моделей их основных диагностических показателей.
Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.		
4.	Тема 3.1. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем.	Функционально-экологическая интерпретация и пространственная экстраполяция результатов моделирования. Анализ, оценка и мониторинг региональных и локальных экологических проблем с использованием моделей оценки экологического состояния и функционального качества их базовых компонентов, экологических моделей и геоинформационных систем.
5.	Тема 3.2. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель как структурно-функциональных подсистем.	Геоинформационные и информационно-справочные системы для агроэкологической оценки и оптимизации сельскохозяйственного землепользования и агротехнологий земледелия. Электронные атласы агроэкологического состояния земель.
Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации экосистем и агроэкосистем.		
6.	Тема 4.1. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности и риска	Анализ, выбор, фильтрация базовых параметров при решении оценочно-оптимизационных экологических и агроэкологических задач. Научные основы теории принятия решений. Принятие решений в условиях различной определенности и разного уровня вероятного экологического или агроэкологического риска. Многокритериальные задачи принятия решений.
7.	Тема 4.2. Оптимизационные задачи в экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация.	Основные виды классификации элементарных поверхностей рельефа по цифровой карте рельефа и их интерпретация в экологии, почвоведении и агроэкологии. Основные параметры и шкалы ранжирования. Типизация характеристик.
Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем и агроэкосистем.		
8.	Тема 5.1. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ.	Функциональные модели решения оптимизационных задач в экологии и агроэкологии. Структура основных вариантов агроэкологических моделей. Методическое и нормативно-справочное обеспечение. Тестирование моделей. Экстраполяция результатов. Сфера применения. Иерархические структуры. Иерархическая организация экологических систем/подсистем и их моделей.

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	Лекция № 1. Основные свойства систем, статистические методы и этапы системного анализа.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
2	Лабораторная работа № 1. Формирование базы данных по анализу рабочего участка исследуемой (агро)экосистемы в Excel. Выявление основных диагностических параметров качества агроэкосистем.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
3	Лабораторная работа № 2. Выбор и обоснование лимитирующих факторов функционирования (агро)экосистемы. Верификация лимитирующих факторов с анализом регрессионных моделей в Excel.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
4	Лекция № 2. Классификация систем и анализ поведения сложных систем	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
5	Лабораторная работа № 3. Функционально-иерархическое структурирование исследуемой (агро-)экосистемы в Excel. Статистический анализ выделенных подмассивов данных.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
6	Лабораторная работа № 4. Многофакторный дисперсионный анализ агроэкологических характеристик. Построение обратного древа регрессии лимитирующих параметров качества агроэкосистем.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
7	Лекция №3. Моделирование в системном анализе. Пространственная организация и геостатистические модели экосистем и агроэкосистем.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
8	Лабораторная работа № 5. Геостатистический анализ исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER. Интерполяция и прикладная интерпретация результатов.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
9	Лабораторная работа № 6. Автоматизированное построение 2D и 3D картографических моделей основных диагностических показателей исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
10	Лекция № 4. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
11	Лабораторная работа № 7. Функционально-экологическое структурирование основных диагностических показателей качества	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	почв. Локализация экологических нормативов оценки.		
12	Лабораторная работа № 8. Анализ, моделирование и нормативное прогнозирование проблемных экологических ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
13	Лекция № 5. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель как структурно-функциональных подсистем.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
14	Лабораторная работа № 9. Агроэкологическая оценка почв и земель как базовых компонентов агроэкосистем (в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р)	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
15	Лабораторная работа № 10. Анализ, моделирование и нормативное прогнозирование проблемных агроэкологических ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
16	Лекция № 6. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
17	Лабораторная работа № 11. Заполнение и анализ базы данных почвенных и метрических характеристик двух локальных моделируемых агроэкосистем в программе ЛИССОЗ.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
18	Лабораторная работа № 12. Анализ потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур на двух полях при разных уровнях обеспеченности суммы активных температур и осадков вегетационного периода.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
19	Лекция № 7. Оптимизационные задачи в экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
20	Лабораторная работа № 13. Агроэкологическая оптимизация выбора системы обработки почв с учетом предшественника и агроэкологических особенностей земель двух анализируемых участков.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
21	Лабораторная работа № 14. Агроэкологическая оптимизация выбора системы удобрения почв двух анализируемых участков с учетом планируемой урожайности, агроэкологических особенностей почв, наличия органических удобрений и	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	состава доступных минеральных удобрений.	
22	Лабораторная работа № 15. Экономическая и агроэкологическая оценка базовых вариантов агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур на двух полях с разным уровнем обеспеченности суммы активных температур и осадков вегетационного периода.	Лаб Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
23	Лекция № 8. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ.	Л Компьютеризированное построение, редакция и анализ электронных карт, пространственная обработка данных
24	Лабораторная работа № 16. Экологическая оценка динамики почвенных потоков CO ₂ в пост-агрогенной сукцессии зарастания лесом залежной дерново-подзолистой почвы.	Лаб Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
25	Лабораторная работа № 17. Экологическая оценка эрозии почв на склонах с разным уровнем защиты почв от эрозии при осадках различной интенсивности и длительности.	Лаб Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем

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

Примерные вопросы экспресс-тестов для текущего контроля знаний обучающихся (образец)

1. Какой метод обычно используется для анализа наличия связи между результатом и фактором?
 - а) логический анализ
 - б) регрессионный анализ
 - в) корреляционный анализ
 - г) оргграфический анализ
2. Какой метод используется для анализа функциональной связи между результатом и фактором?
 - а) логический анализ
 - б) регрессионный анализ
 - в) корреляционный анализ
 - г) оргграфический анализ
3. Как называются вершины оргграфа, в которые не заходят дуги?
 - а) открытые
 - б) смежные
 - в) начальные
 - г) конечные
4. Как называются вершины оргграфа, из которых не выходят дуги?
 - а) тупиковые
 - б) смежные
 - в) начальные
 - г) конечные
5. Какие свойства системы наиболее важны для ее эффективной работы?

- а) стабильность б) положительные обратные связи
в) самовосстановление г) отрицательные обратные связи
6. К какому типу систем, как правило, не относятся поля товарных сельских хозяйств?
а) открытые б) замкнутые в) сложные г) вероятностные
7. При каком изменении системы исчезает часть элементов, но сохраняются компоненты?
а) кризис б) катастрофа в) крах г) катаклизм
8. Как называется формализованный план действий в теории игр?
а) тактика б) стратегия в) формализация г) систематика
9. Как называется закон, согласно которому система стремится измениться таким образом, чтобы свести к минимуму эффект внешнего воздействия?
а) закон эмерджентности б) закон равновесия
в) закон адаптации г) закон устойчивости
10. Какие свойства системы наиболее важны для ее целостности?
а) стабильность б) положительные обратные связи
в) самовосстановление г) отрицательные обратные связи

Примерные вопросы к контрольной работе для текущего контроля знаний (образец):

1. Проведите тестирование рабочей гипотезы о наличии достоверной связи продуктивности экосистемы с предложенными характеристиками почв (прилагаются), используя методы статистики
2. Проведите тестирование рабочей гипотезы о наличии достоверной связи потоков парниковых газов экосистеме с предложенными характеристиками микроклимата (прилагаются), используя методы статистики
3. Проведите анализ функциональной связи характеристик древостоя лесной экосистемы с предложенными характеристиками рельефа и данными дистанционного зондирования (прилагаются), используя методы статистики
4. Разберите принципиальный алгоритм системного анализа основных экологических рисков деградации почв в условиях придорожной экосистемы.
5. Разберите принципиальный алгоритм системного анализа основных экологических рисков загрязнения грунтовых вод в условиях животноводческой агроэкосистемы
6. Разберите принципиальный алгоритм анализа основных экологических рисков и факторов загрязнения экосистем Лесной опытной дачи в условиях мегаполиса Москвы.
7. Постройте тематические карты (данные и задание прилагаются) в программе SURFER и объясните характер связей между различными характеристиками экосистемы (агроэкосистемы).
8. Проведите анализ и моделирование проблемной экологической ситуации (данные прилагаются) с использованием программы РАСКАЗ.
9. Проведите анализ и моделирование проблемной агроэкологической ситуации (данные прилагаются) с использованием программы РАСКАЗ.
10. Предложите вариант агроэкологической оптимизации функционирования полевой агроэкосистемы с использованием программы ЛИССОЗ.

Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Основное определение и этапы системного анализа. Что является главной целью системного анализа?

2. Что относится к специфическому аппарату системного анализа? Примеры применения.
3. Для решения каких проблем применяется системный анализ? Приведите пример системного анализа конкретной экосистемы.
4. Что является объектом и предметом системного анализа? Алгоритм применения системного анализа.
5. Что собой представляют структура, элементы и компоненты системы? Как структурируется система?
6. Что составляет функциональную среду системы? Как она используется в системном анализе?
7. В чем состоит целостность и эмерджентность системы? Приведите примеры использования этих понятий.
8. Дайте оценку максимального разнообразия системы, состоящей из 256 элементов. Поясните связь разнообразия и устойчивости системы.
9. В каких условиях возможно целенаправленное функционирование системы? В чем состоит совершенствование структуры системы?
10. История развития и функциональные задачи системного анализа. Примеры систематизации знаний в естественных науках.
11. Что определяет глубину исследования системы? Оптимизация выбора глубины исследования.
12. Формализация и конкретизация целей исследования в рамках системного анализа.
13. Основные этапы постановки задачи в системном анализе. Пример постановки задачи ВКР.
14. Основные этапы экспериментального исследования в системном анализе. Особенности исследования верификационных объектов.
15. Основные этапы моделирования в системном анализе. Определение пределов работы модели.
16. Что является основным фильтром верификации принимаемых в системном анализе решений?
17. Структура и иерархия систем в системном анализе. Простые, сложные и очень сложные системы.
18. Основные свойства систем. Фундаментальные особенности биологических систем.
19. Основные критерии классификации систем. Примеры их применения в экологии и природопользовании.
20. Статические и динамические системы. Устойчивость динамических систем. Анализ устойчивости экосистем.
21. Область применения понятия устойчивости системы. Оценка устойчивости экологических систем.
22. Основные виды состояний динамических систем. Особенности переходного состояния и периодического режима.
23. Состояние системы. Характерные состояния зрелого природного биогеоценоза. Анализ устойчивости экосистем.
24. Основные критерии и следствия равновесного состояния системы. Срыв адаптации и его последствия для системы.
25. Закон адаптации. Анализ разнообразия экосистем. Влияние разнообразия на управляемость и устойчивость экосистем.
26. Анализ смены состояния системы. Кризис, катастрофа, катаклизм системы и их примеры в экологии и биологии.
27. Характеристика катаклизма как смены состояния системы. Примеры катаклизма в экологии.
28. Характеристика кризиса как смены состояния системы. Положительные и отрицательные последствия кризиса.
29. Характерное время развития системы. Метод «черного ящика», его возможности и ограничения.
30. Использование математических методов в задачах прикладной экологии и агроэкологии.

31. Балансовый метод моделирования экологических систем. Примеры практического применения балансового метода при анализе экосистем.
32. Простейшие модели биологических сообществ. Системный анализ модели «хищник – жертва».
33. Задачи линейного программирования. Динамическое моделирование и трансферные функции.
34. Функциональное моделирование поведения экосистемы. Применение функциональных моделей в агроэкологии.
35. Положительные и отрицательные обратные связи в системе. Анализ обратных связей в методе орграфов.
36. Анализ эффективности работы системы. Применение понятий средней производительности ресурса и коэффициента эластичности агроэкосистем.
37. Метод ориентированных графов. Анализ проблемных ситуаций с использованием метода орграфов. Импульсивные процессы актуализации системы.
38. Методы, используемые для анализа наличия связи между результатом и факторами функционирования экосистем?
39. Методы, используемые для анализа функциональной связи между результатом и фактором функционирования экосистем?
40. Анализ производственных функций и их ресурсного потенциала. Экспертные системы: структура и функционирование.
41. Системный анализ и моделирование экологических ниш. Многомерное экологическое фазовое пространство.
42. Формирование рациональной стратегии в теории игр. Анализ полезности принимаемых решений в теории игр.
43. Основные представления о моделировании. Базовые понятия и термины. Основные типы моделей.
44. Современные задачи развития математического моделирования в экологии. Сравнительная оценка и области применения различных моделей.
45. Статистические модели. Нормальное распределение. Выборки и генеральная совокупность. Основная область применения в экологии и почвоведении.
46. Имитационные модели. Их задачи, возможности и ограничения. Основная область применения в экологии и почвоведении.
47. Графовые модели. Их задачи, возможности и ограничения. Основная область применения в экологии и почвоведении.
48. Табличные модели. Их задачи, возможности и ограничения. Основная область применения в экологии и почвоведении.
49. Регрессионные модели. Их задачи, возможности и ограничения. Основная область применения в экологии и почвоведении.
50. Основные понятия регрессионного анализа. Типы регрессии. Их прикладная интерпретация.
51. Оценка качества регрессионной модели. Способы улучшения качества регрессионной модели. Метод наименьших квадратов.
52. Множественная регрессия. Ее преимущества и недостатки. Основная область применения в экологии и почвоведении.
53. Пространственные модели. Основная область применения в экологии и почвоведении.
54. Корреляция рядов динамики. Основная область применения в экологии и почвоведении.
55. Оценка точности прогноза. Особенности поискового прогнозирования в экологии и почвоведении.
56. Пространственно координированные данные. Модели представления пространственных данных. Растровый и векторный подход.
57. Классификация пространственных данных. Особенности их применения в экологии и почвоведении.

58. Интерполяция пространственных данных. Особенности применения в экологии и почвоведении.
59. Генерализация пространственных данных. Особенности генерализации пространственных данных в экологии и почвоведении.
60. Имитационное моделирование. Имитация природных процессов. Модульная организация имитационных моделей.
61. Перспективы развития математического моделирования в экологии и почвоведении.
62. Имитационное моделирование продукционного процесса. Имитационные модели роста растений.
63. Использование методов математического моделирования для решения оптимизационных задач.
64. Примеры использования простых и множественных регрессионных моделей в экологии или почвоведении.
65. Геоинформационные модели в экологии и почвоведении. Основная область их применения в системах экологического мониторинга и менеджмента.
66. Основные области применения растровых и векторных геоинформационных моделей в экологии. Их преимущества и недостатки.
67. Использование метода осреднения ряда динамики скользящим окном. Особенности выбора наилучшего тренда ряда динамики.
68. Как можно создавать новые тематические слои экологических геоинформационных моделей и систем?
69. Процедура и задачи оценки наличия автокорреляции в ряду динамики. Особенности построения уравнения авторегрессии.
70. Процедура и задачи оценки автокорреляции между 2 рядами данных. Способы исключения автокорреляции.
71. Критерии точности и надежности прогнозов. Расчет точности прогноза по коэффициенту расхождения.
72. Анализ общих тенденций. Среднее и скользящее среднее значение как предиктор поведения функции.
73. Основные особенности анализа и моделирования статических и динамических систем.
74. Методологические особенности экологического математического моделирования.
75. Основные проблемы и принципиальные ограничения использования методов математического моделирования в почвоведении.
76. Какие методы математического моделирования используются в классификации почв и экосистем?
77. Для решения каких прикладных задач можно использовать экологические геоинформационные модели и системы?
78. Какими методами математического моделирования определяют экологически значимые факторы?
79. Способ генерализации карты методом скользящего окна с помощью геоинформационных моделей и систем.
80. Применение экспертных информационных систем для анализа проблемных экологических и агроэкологических ситуаций.

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 по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Виды текущего контроля: экспресс-тесты, контрольные работы, защита лабораторных работ.

Вид промежуточного контроля: экзамен.

Критерии оценивания результатов обучения

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. Введение в математическое моделирование: учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 133 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/447100>

2. Математическое моделирование и прогнозирование при проведении экологического проектирования и ОВОС: Учебное пособие / А.М. Ярославцев, Ю.Л. Мешалкина, И.И. Васенев. – М.: ООО «Сам Полиграфист». 2015. – 116 с.

3. Математическая статистика и случайные процессы: учебное пособие для вузов / Н. Ю. Энатская. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 201 с. – URL : <https://urait.ru/bcode/451177>

4. Методы экологических исследований / Яшин И.М., Раскатов В.А., Васенев И.И. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015. – 167 с.

5. Стохастическое моделирование процессов: учебное пособие для вузов / И. А. Кожевникова, И. Г. Журбенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 148 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/454199>

7.2 Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования / Черногоров А.Л., Чекмарев П.А., Васенев И.И., Гогмачадзе Г.Д. – М.: Издательство МГУ, 2012. – 268 с.

2. Агроэкологическое моделирование и проектирование / И.И. Васенев, А.В. Бузылев, Ю.А. Курбатова и др. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К. А.

Тимирязева, 2010. – 260 с.

3. Геоинформационные системы в почвоведении и экологии (интерактивный курс): Учебно-практическое пособие / Васенев И.И., Мешалкина Ю.Л., Грачев Д.А. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. 212 с.

4. Геостатистика в почвоведении и экологии: учебно-практическое пособие / Ю. Л. Мешалкина, И.И. Васенев, И.Ф. Кузякова, В.А. Романенков – Москва : Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2010. - 97 с.

5. ГИС-технологии для оценки воздействия землепользования на окружающую среду: Учебное пособие / И.И. Васенев, Ю.Л. Мешалкина. – М.: ООО «Сам Полиграфист». 2015. – 116 с.

6. Статистика. Автоматизация обработки информации: учебное пособие для вузов / Е. А. Черткова – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 195 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/452447>

7. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 495 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/449686>

8. Экогеохимия ландшафта / Яшин И.М., Васенев И.И., Черников В.А. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015. – 306 с.

9. Экологический мониторинг воздействия антропогенеза на поверхностные воды / Яшин И.М., Гареева И.В., Атенбеков Р.А., Васенев И.И. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015. – 167 с.

10. Экология и природопользование: словарь – справочник / Т.А. Девятова и др.; под ред. Т.А. Девятовой; Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. – 487 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 29.07.2017).

2. "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2017).

3. "Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 29.12.2017).

4. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 31.12.2017) "Об охране окружающей среды".

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (методическое пособие) / Васенев И.И., Руднев Н.И., Хахулин В.Г. – Москва: Россельхозакадемия. 2004. – 80 с.

2. Практикум по методам экологических исследований / Яшин И.М., Васенев И.И., Поветкин В.А., Атенбеков Р.А. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2016. – 64 с.

3. Экогеохимия. Практикум / Яшин И.М., Васенев И.И., Поветкин В.А., Атенбеков Р.А. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2016. – 76 с.

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

1. bioecolog.ru Экомир - гид в мир экологии: биоэкологический портал актуально о защите биоразнообразия, экоархитектуре, альтернативной энергетике и зеленой архитектуре (открытый доступ).

2. <http://www.zin.ru/BioDiv/index.html> – Информационная система «Биоразнообразие России» (открытый доступ).

3. <http://www.ecoport.ru> – ЭкоПортал «Вся экология» (открытый доступ).

4. <http://www.elibrary.ru/> – электронная научная база.

5. <http://www.statsoft.ru/> – электронная база программ статистической обработки данных.

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. . www.consultant.ru Справочная правовая система «Консультант Плюс».

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа. Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем. Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем и агроэкосистем.	Excel	расчётная	Microsoft	2010
2	Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.	SURFER	расчётная	Golden Software	2012
3	Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.	Программа РАСКАЗ - региональная автоматизированная система комплексной агроэкологического анализа почв и земель. Свидетельство № 2005610897	расчётная	Васенев И.И., Хахулин В.Г., Бузылев А.В.	2005/ 2018
4	Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации экосистем и агроэкосистем.	Программа ЛИССОЗ - Локальная информационно-справочная система по агроэкологической оптимизации земледелия. Свидетельство № 2005610898	расчётная	Васенев И.И., Руднев Н.И., Хахулин В.Г., Бузылев А.В.	2005/ 2018

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

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
6 учебный корпус, учебная аудитория №305 для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интерактивная доска Promethean Activ-Board 587 Pro с проектором. 2. Парты 10 шт. 3. Столы компьютерные 14 шт. 4. Стулья 30 шт. 5. СБ Intel Core 2 Duo E4700/2,6Ghz/2Mb 14 шт. Инв.№559425/1 – 14. 6. Монитор 19 LG Flatron L1953S-BS 14 шт. Инв.№559427/1 – 14
6 учебный корпус, компьютерный класс 06-156	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интерактивная доска SMART 680I3 с проектором. 2. 10 моноблоков Э-студии 23' с необходимым программным обеспечением и доступом в интернет
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальный зал, электронный чит. зал - ауд. №144	Компьютеризированная система поиска научных и учебных материалов, сканер, сотрудник-консультант

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.

Перед очередной лекцией студентам необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то необходимо обратиться к преподавателю. Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы, связывая содержание лекционного материала с актуальными экологическими проблемами и возможностями использования для их решения специализированное программное обеспечение.

Особое внимание следует уделять терминам. Важно понимать, что во многих терминологических системах традиционно встречаются многозначные термины. Все термины и понятия, семантика которых недостаточно ясна учащемуся, он должен проверять с помощью энциклопедий, словарей и справочников. Студенту необходимо помнить, что от владения специальной терминологией – знания термина и успешного оперирования им – часто зависит успех как в учебной, так и в профессиональной сфере. Учащемуся рекомендуется составить и непрерывно пополнять свой собственный словарь терминов, общеупотребительной научной лексики, сокращений, аббревиатур.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студент, пропустивший лекционные занятия, обязан предоставить реферат по теме пропущенной лекции и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам недели для того, чтобы быть допущенным(ой) к зачету с оценкой.

Рекомендации по подготовке к лабораторным работам.

Цель лабораторных работ – помочь студентам в усвоении наиболее важных и сложных тем курса, а также способствовать выработке у студентов умения работать со специализированным программным обеспечением и использовать их для решения проблемных экологических и агроэкологических ситуаций.

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

Студентам, пропустившим лабораторные работы (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к занятию, следует своевременно явиться на индивидуальную консультацию к преподавателю в назначенное им время и отчитаться по пропущенной теме (работе). Студенты, не отчитавшиеся в срок по каждой не проработанной ими на занятиях теме или не защитившие лабораторную работу, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели для того, чтобы быть допущенными к зачету с оценкой.

Рекомендации по подготовке к зачету с оценкой.

При подготовке к зачету с оценкой необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций, так как они обладают преимуществами функциональной актуализации по сравнению с печатными изданиями. Обычно конспекты более детальны, отражают самую современную и оперативную информацию, подробно освещают вопросы, интересующие учащихся. Однако подготовка только по лекционным материалам все же недостаточна, студентам необходимо использовать рекомендуемую учебную литературу и материалы лабораторных занятий.

Для серьезного раскрытия проблем изучаемой дисциплины рекомендуется использовать два или более учебных пособия, так как не существует идеальных учебников, но каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Сопоставление разных подходов к описанию научных проблем, сравнение теоретической информации позволяют более глубоко и основательно усвоить учебный курс. При освоении данного курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой.

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

Приступая к подготовке, важно с самого начала правильно распределить время и силы. Начинать подготовку следует с ознакомления с программой, списком литературы и основными понятиями. Подготовка должна заключаться не в простом прочтении пособий или учебников, а в составлении готовых текстов устных ответов на каждый вопрос изучаемой темы. При изучении литературы нужно выделять главное (определения, признаки, значимые факты, причинно-следственные связи и т.п.). Одновременно рекомендуется составлять краткий (4-5 пунктов) план ответа на каждый вопрос темы и располагать информацию согласно пунктам этого плана. Важным условием высокой оценки на зачете с оценкой является аргументация своей точки зрения с опорой на использованную специальную литературу.

На зачете с оценкой ответ студента по любому вопросу может длиться в пределах 8-10 минут. На это время и нужно ориентироваться при отборе содержания и объема необходимого материала, набросав план будущего ответа.

Рекомендации по выполнению студентами самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента в вузе является важным видом его учебной и научной деятельности. Выполняя самостоятельную работу, студент должен хорошо освоить обязательный минимум содержания вопросов, выносимых на самостоятельную работу студентов и предложенных по соответствующим разделам дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта».

Осуществляя самостоятельную работу, студент может использовать дополнительные учебные, учебно-методические и методические пособия и т.д., не указанные в списке, предложенным преподавателем. Студенты самостоятельно конспектируют источники теоретического или практического содержания.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студентам, пропустившим лекционные или лабораторные занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения тестов или практических занятий или не подготовившимся к занятию, следует своевременно явиться на индивидуальную консультацию к преподавателю в назначенное им время и отчитаться по пропущенной теме (работе). Студенты, не отчитавшиеся в срок по каждой не проработанной ими на занятиях теме или не защитившие индивидуальную лабораторную работу, имеют возможность отчитаться по ним в течение последующей недели для того, чтобы быть допущенными к зачету с оценкой.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине «Анализ и основы моделирования экосистем»

Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» позволяет студентам развить, расширить и систематизировать их профессиональные знания в области использования системного анализа и математических моделей в экологии и

агроэкологии и готовит их к грамотному анализу разноплановых экологических и агроэкологических данных и их функционально-целевой интерпретации. Процесс обучения предполагает сочетание аудиторной и самостоятельной работы, поскольку именно дополнение аудиторной работы самостоятельной деятельностью студентов способствует развитию самостоятельности и творческой активности как при овладении, так и практическом использовании полученных знаний. В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания.

Использование интерактивных форм и методов обучения на занятиях является одним из наиболее эффективных средств профессиональной мотивации студентов и активного вовлечения их в творческую учебно-познавательную деятельность. Интерактивный – означает способность взаимодействовать или находится в режиме беседы, диалога. Следовательно, интерактивное обучение – диалоговое обучение во всех формах проводимых занятий, в ходе которого осуществляется творческое взаимодействие педагога и студента.

Текущий контроль знаний проводится письменно и в электронной форме (экспресс-тестирование на лекциях и отчеты по лабораторным работам) и устно в ходе изучения каждого из основных разделов дисциплины. Устные ответы и письменные работы студентов оцениваются. Оценки доводятся до сведения студентов и отражаются в рабочей ведомости преподавателя.

В итоге на зачете студент должен продемонстрировать преподавателю широкую компетентность по вопросам использования системного анализа и математических моделей в экологии и агроэкологии в рамках пройденного курса с использованием всех имеющихся современных методических и технических средств обучения на кафедре.

Программу разработал(и):

Васенев И.И., д.б.н., профессор



Бузылев А.В., ст. преподаватель



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **Б1.О.17 «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта»**

ОПОП ВО по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование»

направленность Экология и устойчивое развитие, Агроэкология, Природопользование и экологически безопасная продукция

(квалификация выпускника – бакалавр)

Борисовым Борисом Анорьевичем, профессором кафедры почвоведения, ландшафтоведения и геологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» ОПОП ВО по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование», направленность Экология и устойчивое развитие, Агроэкология, Природопользование и экологически безопасная продукция (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчики – Васенев Иван Иванович, заведующий кафедрой экологии, доктор биологических наук, Бузылев Алексей Вячеславович, ст. преподаватель).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» (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.

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

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

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Анализ и основы моделирования экосистем» закреплены **7 компетенции**. Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

9. Программа дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» предполагает 100% (50 часов) занятий в интерактивной форме.

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

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в письменном тестировании, защита отчетов по лабораторным работам), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (включая базовый учебник), дополнительной литературой – 10 наименований со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсами – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06. «Экология и природопользование».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта» ОПОП ВО по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование», направленность Экология и устойчивое развитие, Агрэкология, Природопользование и экологически безопасная продукция (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Васеневым Иваном Ивановичем, заведующим кафедрой экологии, доктором биологических наук и Бузылевым Алексеем Вячеславовичем, старшим преподавателем, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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



(подпись)

«28» августа 2023 г.