

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: 14.07.2023 15:07:21

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙ-**  
**СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова  
Кафедра экологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И. о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства имени  
А. Н. Костякова  
Д. М. Бенин  
2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.17 АНАЛИЗ И ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Экология, Природопользование

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Москва, 2021

Разработчики:

Васенев И.И., д.б.н., профессор

Бузылёв А.В., ст. преподаватель



«27» августа 2021г.

Рецензент Мазиров М.А. профессор, д.б.н.



«27» августа 2021г.

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 №9/21 от «27» августа 2021г.

Зав. кафедрой экологии профессор, д.б.н.,



И.И. Васенев

«27» августа 2021г.

**Согласовано:**

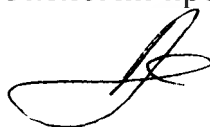
Председатель учебно-методической

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

Смирнов А.П.


«30» августа 2021г.

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



«27» августа 2021г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>17</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	20
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	26
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>27</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	28
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	29
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>29</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>29</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИЗ И ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ».....</b>	<b>31</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	33
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНАЛИЗ И ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ» .....</b>	<b>33</b>

## **Аннотация**

**рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.О.17 «Анализ и основы моделирования экосистем»  
для подготовки бакалавра по направлению  
05.03.06 – «Экология и природопользование»  
Направленности: Экология, Природопользование**

**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, Природопользование.

**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, динамические 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. Геоэкологические 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:** зачет с оценкой.

## **1. Цель 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» включена в обязательную часть блока Б1. Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем» 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 «Анализ и основы моделирования экосистем» являются «Почвоведение и география почв», «Общая экология», «Ландшафтоведение», «Основы природопользования», «Методы экологических исследований», «Сельскохозяйственная экология», «Цифровые технологии в АПК», «Геоэкология», «Основы экологического проектирования и картографирования», «Основы геостатистики в экологии и природопользовании».

Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Агроэкологическое моделирование», «Агроэкологический мониторинг», «Введение в экологическое моделирование на языке R», «Оценка экологического ущерба».

Освоение дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем» 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» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем»

№ 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.	Основные информационные и информационно-справочные системы сети Интернет.	Получать новейшую научную информацию из реферируемых российских и зарубежных источников, связанных со сферой профессиональной деятельности.	Методами интеллектуального и контекстного поиска актуальной информации, методикой построения запросов и анализа полученных ссылок.
			УК-1.2. Иметь навыки применения системного подхода для решения поставленных задач.	Понятия, виды, типы и основы структурирования систем для решения поставленных задач.	Систематизировать полученную информацию для решения поставленных задач.	Навыками структурирования анализируемых данных на основе применения системного подхода для решения поставленных задач.
3.	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.	Методологию и методики проведения экологических исследований. Методы статистической обработки и анализа данных.	Выбирать виды математической обработки результатов экологических исследований, наиболее подходящих для решения конкретных задач профессиональной деятельности. Проводить статистический анализ данных.	Навыками интерпретации результатов статистической обработки данных экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности.
4.	ОПК-5	Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природо-	ОПК-5.2. Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области природопользования с ис-	Перечень основных задач профессиональной деятельности в области природопользования. Основы применения информационных тех-	Подбирать необходимый вид применяемых информационных технологий для решения конкретных задач профессиональной дея-	Современными программными комплексами, продуктами и приложениями для решения стандартных задач профессиональ-

		пользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.	пользованием информационных технологий.	нологий в профессиональной деятельности.	тельности в области экологии, природопользования и охраны природы.	ной деятельности в области природопользования.
			ОПК-5.3. Владеть навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности в области охраны природы с использованием информационно-коммуникационных и геоинформационных технологий.	Стандартные задачи профессиональной деятельности в области охраны природы. Виды информационно-коммуникационных технологий поддержки решения задач.	Выбирать необходимые информационно-коммуникационные технологии для решения профессиональных задач, способные качественно анализировать и поддерживать принятие конечных решений конкретных задач в области охраны природы.	Навыками работы с геоинформационными системами в рамках решения стандартных задач профессиональной деятельности в области охраны природы.
5	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.	Методологию ведения проектных работ, постановки цели и задач проектирования, анализа, моделирования и верификации данных проектирования.	Моделировать основные процессы и явления для объективной оценки проектных решений в профессиональной и научно-исследовательской деятельности.	Методами современного компьютеризированного проектирования и основными программами, применяемыми при проектировании в профессиональной области.
			ОПК-6.2. Уметь представлять и защищать результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности.	Нормативно-правовое регламентирование и виды представления результатов профессиональной и научно-исследовательской деятельности.	Составлять итоговые отчёты анализа и моделирования, визуализировать результаты научной и профессиональной деятельности в доступной форме.	Коммуникативностью и способами наилучшего представления результатов 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.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по се- местрам
		№ 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70,4</b>	<b>70,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>70,4</b>	<b>70,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>Лекции (Л)</i>	34	34
<i>Лабораторные работы (Лаб)</i>	34	34
<i>Консультации (Конс)</i>	2	2
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>73,6</b>	<b>73,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	49	49
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (Контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР	
		Л	ЛАБ	ПКР		
Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа	16	4	4		10	
Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.	32	8	8		20	
Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.	32	8	8		20	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4		
Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации агроэкосистем.	40	8	10		10,6	
Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем.	23,65	6	4		13	
Консультации (Конс)				2		
	144	70,4	34	34	2,4	73,6
	<b>144</b>	<b>70,4</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>73,6</b>

#### 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 состоя-

ния 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 ЛИС-СОЗ (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/лабораторные занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа.</b>				
	Тема 1.1. Основные свойства систем, статистические методы и этапы системного анализа	Лекция № 1. Системный анализ, основные понятия. Экологические системы. Статистические методы и этапы системного анализа.	УК-1.1 УК-1.2	Экспресс-тесты	4
		Лабораторная работа № 1. Формирование базы данных по анализу рабочего участка исследуемой (агро)экосистемы в Excel. Выявление основных диагностических параметров качества агроэкосистем.	УК-1.1 УК-1.2	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-1.2 ОПК-3.3	Отчет в письменной форме	2
2	<b>Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.</b>				
	Тема 2.1. Классификация систем и анализ пове-	Лекция № 2. Классификация систем и анализ поведения сложных систем.	УК-1.1 УК-1.2	Экспресс-тесты	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	дения сложных систем.	Лабораторная работа № 3. Функционально-иерархическое структурирование исследуемой (агро-)экосистемы в Excel. Статистический анализ выделенных подмассивов данных.	УК-1.2 ОПК-3.3	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 4. Многофакторный дисперсионный анализ агроэкологических характеристик. Построение обратного дерева регрессии лимитирующих параметров качества агроэкосистем.	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	Экспресс-тесты	4
		Лабораторная работа № 5. Геостатистический анализ исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER. Интерполяция и прикладная интерпретация результатов.	ОПК-3.3	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 6. Автоматизированное построение 2D и 3D картографических моделей основных диагностических показателей исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER.	ОПК-3.3	Защита отчета по работе	2
3.	<b>Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.</b>				
	Тема 3.1. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых	Лекция № 4. Рамочные системы функционально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем	УК-1.1 УК-1.2	Экспресс-тесты	4
		Лабораторная работа № 7. Функционально-экологическое структурирование основных диагностических показателей	ОПК-3.3 ОПК-5.2	Защита отчета по работе	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	компонентов и структурно-функциональных подсистем.	качества почв. Локализация экологических нормативов оценки.			
		Лабораторная работа № 8. Анализ, моделирование и нормативное прогнозирование проблемных экологических ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	ОПК-3.3 ОПК-5.2	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	Экспресс-тесты	4
		Лабораторная работа № 9. Агроэкологическая оценка почв и земель как базовых компонентов агроэкосистем (в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р)	ОПК-3.3 ОПК-5.2	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 10. Анализ, моделирование и нормативное прогнозирование проблемных агроэкологических ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	ОПК-3.3 ОПК-5.2	Защита отчета по работе	2
4	<b>Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации экосистем и агроэкосистем.</b>				
	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	Экспресс-тесты	4
		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	Защита отчета по работе	2
		Лабораторная работа № 12. Анализ потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур на двух полях при раз-	ОПК-5.2 ОПК-5.3	Защита отчета по работе	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ных уровнях обеспеченности суммы активных температур и осадков вегетационного периода.			
	Тема 4.2. Оптимизационные задачи в экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация	Лекция №7. Оптимизационные задачи в экологии и агроэкологии. Агроэкологические модели и их систематизация.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.2	Экспресс-тесты	4
		Лабораторная работа № 13. Агроэкологическая оптимизация выбора системы обработки почв с учетом предшественника и агроэкологических особенностей земель двух анализируемых участков.	ОПК-5.3 ОПК-6.1	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.	ОПК-5.3 ОПК-6.1	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.	ОПК-5.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2	Защита отчета по работе	2
5.	<b>Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем и агроэкосистем.</b>				
	Тема 5.1. Динамические модели функционирования эко-	Лекция № 8. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.2	Экспресс-тесты	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	систем, агро-экосистем, миграции и трансформации веществ	Лабораторная работа № 16. Экологическая оценка динамики почвенных потоков CO <sub>2</sub> в пост-агрогенной сукцессии зарастания лесом залежной дерново-подзолистой почвы.	ОПК-5.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2	Отчет в письменной форме	2
		Лекция № 9. Анализ потоковых процессов в экосистемах.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-6.2	Экспресс-тесты	2
		Лабораторная работа № 17. Экологическая оценка эрозии почв на склонах с разным уровнем защиты почв от эрозии при осадках различной интенсивности и длительности.	ОПК-5.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2	Отчет в письменной форме	2

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основные свойства систем и особенности системного анализа.</b>		
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.
<b>Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитирующих факторов экосистем.</b>		
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.
<b>Раздел 3. Автоматизированные модели оценки почв как базовых компонентов экосистем и агроэкосистем.</b>		
4.	Тема 3.1. Рамочные системы функцио-	Функционально-экологическая интерпретация и пространственная экстраполяция результатов моделирования. Анализ,

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	нально-экологической оценки экосистем и почв как их базовых компонентов и структурно-функциональных подсистем.	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.
<b>Раздел 4. Системный анализ проблемных ситуаций и системы поддержки принятия решений по оптимизации экосистем и агроэкосистем.</b>		
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.
<b>Раздел 5. Динамические экологические модели процессов и потоков экосистем и агроэкосистем.</b>		
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. Потоки парниковых газов. FootPrint.



## 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.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, систем-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	Геостатистический анализ исследуемой (агро-) экосистемы в SURFER. Интерполяция и прикладная интерпретация результатов.	ный 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 почв. Локализация экологических нормативов оценки.	Лаб Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
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 агроэкологичес-	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
	ких ситуаций в программе РАСКАЗ/АКОРД-Р.	
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 состава доступных минеральных удобрений.	Лаб Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
22	Лабораторная работа № 15. Экономическая и агроэкологи-	Лаб Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характери-

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	ческая оценка базовых вариантов агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур на двух полях с разным уровнем обеспеченности суммы активных температур и осадков вегетационного периода.		стики исследуемых (агро)экосистем
23	Лекция № 8. Динамические модели функционирования экосистем, агроэкосистем, миграции и трансформации веществ.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
24	Лабораторная работа № 16. Экологическая оценка динамики почвенных потоков CO <sub>2</sub> в пост-агрогенной сукцессии зарастания лесом залежной дерново-подзолистой почвы.	Лаб	Компьютеризированное моделирование, системный анализ и интерпретация данных характеристики исследуемых (агро)экосистем
25	Лекция № 9. Анализ потоковых процессов в экосистемах.	Л	Лекция – визуализация, экспресс-тесты, разбор конкретных ситуаций, интерактивное обсуждение с оценкой активности студентов
26	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 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) орграфический анализ
3. Как называются вершины орграфа, в которые не заходят дуги?  
а) открытые                      б) смежные                      в) начальные                      г) конечные
4. Как называются вершины орграфа, 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 (зачет с оценкой)**

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:** зачет с оценкой.

Таблица 7

### **Критерии оценивания результатов обучения**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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 освоен-

	ных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » 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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Зализняк В.Е. Введение в математическое моделирование: учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 133 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/476288>

2. Энатская Н.Ю. Математическая статистика и случайные процессы: учебное пособие для вузов / Н. Ю. Энатская. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 201 с. – URL : <https://urait.ru/bcode/469951>

3. Яшин И.М. Методы экологических исследований / Яшин И.М., Раскатов В.А., Васенев И.И. – М.: РГАУ–МСХА, 2015. – 183 с.

4. Кожевникова И. А. Стохастическое моделирование процессов: учебное пособие для вузов / И. А. Кожевникова, И. Г. Журбенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 148 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/473087>

### 7.2 Дополнительная литература

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

2. Агрэкологическое моделирование и проектирование / И.И. Васенев, А.В. Бузылев, Ю.А. Курбатова [и др.] – М.: РГАУ – МСХА, 2010. – 260 с.

3. Васенев И.И. Геоинформационные системы в почвоведении и экологии (интерактивный курс): Учебно-практическое пособие / Васенев И.И., Мешалкина Ю.Л., Грачев Д.А., ред. И.И. Васенев – М.: РГАУ-МСХА, 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: РГАУ-МСХА, 2010. - 97 с.
5. Васенев И.И. ГИС-технологии для оценки воздействия землепользования на окружающую среду: Учебное пособие / И.И. Васенев, Ю.Л. Мешалкина. – М.: ООО «Сам Полиграфист». 2015. – 115 с.
6. Черткова Е.А. Статистика. Автоматизация обработки информации: учебное пособие для вузов / Е. А. Черткова – 2-е изд., испр. и доп.– Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 195 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/471254>
7. Сидняев Н.И. 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. Яшин И.М. Экогеохимия ландшафта / Яшин И.М., Васенев И.И., Черников В.А. – М.: РГАУ–МСХА, 2015. – 306 с.
9. Ярославцев А.М. 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.
10. Экологический мониторинг воздействия антропогенеза на поверхностные воды / Яшин И.М., Гареева И.В., Атенбеков Р.А., Васенев И.И. – М.: РГАУ – МСХА, 2015. – 167 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. zin.ru/BioDiv – Информационная система «Биоразнообразие России» (открытый доступ).
3. ecorportal.ru – ЭкоПортал «Вся экология» (открытый доступ).
4. elibrary.ru – электронная научная база.
5. statsoft.ru – электронная база программ статистической обработки данных.

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. . [www.consultant.ru](http://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	2016
2	Раздел 2. Классификация систем и анализ лимитиру-	SURFER	расчётная	Golden Software	2018

	ющих факторов экосистем.				
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., Бузылёв А.В.	2005/2020
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., Бузылёв А.В.	2005/2020

## 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"> <li>1. Интерактивная доска Promethean ActivBoard 587 Pro с проектором.</li> <li>2. Парты 10 шт.</li> <li>3. Столы компьютерные 14 шт.</li> <li>4. Стулья 30 шт.</li> <li>5. ПК Intel Core i5/ 16Gb 14 шт. с необходимым программным обеспечением и доступом в интернет</li> <li>6. Моноблок преподавателя HP Intel Core i5/ 8Gb с необходимым программным обеспечением и доступом в интернет</li> </ol>
6 учебный корпус, компьютерный класс 06-156	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интерактивная доска SMART 680I3 с проектором.</li> <li>2. 12 моноблоков HP Intel Core i5/ 8Gb с необходимым программным обеспечением и доступом в интернет</li> <li>3. Моноблок преподавателя HP Intel Core</li> </ol>

	i5/ 8Gb 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 обучающимся по освоению дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем»**

### **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».

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» 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 –

Васнев И.И., д.б.н., профессор

Бузылёв А.В., ст. преподаватель



(подпись)



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.О.17 «Анализ и основы моделирования экосистем»**  
**ОПОП ВО по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование»**  
**направленность «Экология, Природопользование»**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Мазировым Михаилом Арнольдовичем, профессором кафедры Земледелия и методики опытного дела института Агробиотехнологии 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» ОПОП ВО по направлению 05.03.06. «Экология и природопользование», направленность «Экология, Природопользование» (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, Бузылёв Алексей Вячеславович, ст. преподаватель).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Анализ и основы моделирования экосистем» (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 **1 общепрофессиональная и 3 профессиональные компетенции**. Дисциплина «Анализ и основы моделирования экосистем» 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» 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» 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» 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)

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» 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».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

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

Рецензент: Мазиров Михаил Арнольдович, профессор кафедры Земледелия и методики опытного дела института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор биологических наук



(подпись)

«27» августа 2021 г.

