

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бенин Дмитрий Иванович

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

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 17.05.2025 15:40:49

Уникальный программный ключ:

dc6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

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

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

Кафедра экологии

УТВЕРЖДАЮ:

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



Д.М.Бенин

2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно рас-  
пределенных данных в экологии и природопользовании с использованием  
искусственного интеллекта**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность: Экологический мониторинг и проектирование

Курс 1

Семестр 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчик (и):

Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент

Илюшкова Е.М., ассистент



«23» августа 2024 г.



«23» августа 2024 г.

Рецензент:

Борисов Б.А., д.б.н., профессор



«23» августа 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование.

Программа обсуждена на заседании кафедры  
протокол № 13/24 от «23» августа 2024 г.



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



«23» августа 2024 г.

**Согласовано:**

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



Н.В. Гавриловская  
«26» августа 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой экологи



И.И. Васенев  
«23» августа 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ Б1.В.01 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	9
ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	11
<b>СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ/ /ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ....</b>	<b>11</b>
<b>4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	14
<b>6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ</b>	<b>15</b>
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
7.1   ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	16
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>17</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....</b>	<b>17</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>18</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ Б1.В.01 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	<b>18</b>

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины

### **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта**

по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование,  
направленность: Экологический мониторинг и проектирование

**Цель освоения дисциплины:** Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта выработка у студентов целостного представления в области применения базовых основ моделирования, а также современного анализа атрибутивных и пространственных данных в экологии и природопользовании, овладение современными методами моделирования и анализа данных в программной среды R, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере целостного анализа исследовательской ситуации в экологии и природопользовании.

**Место дисциплины в учебном плане:** Цикл Б1.О, основная часть, дисциплина осваивается в 1 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3.

**Краткое содержание дисциплины:** понятие об испытании в экологическом исследовании. Понятие случайной величины. Способы обеспечения репрезентативности выборки. Основные методы анализа атрибутивных и пространственных данных и их реализация в программной среде R, интерпретация результатов. Предварительный анализ данных. Квантильное представление распределения. Критерии проверки выборки на нормальность. Параметры нормального распределения. Сравнение средних 2 независимых выборок с помощью t- критерия и критерия Манна-Уитни. Модель двухфакторного дисперсионного анализа без взаимодействия. Коэффициент корреляции и его значимость. Простая линейная регрессия. Многомерная регрессия. Анализ остаток. График предсказанные и наблюдаемые значения. Метод главных компонент. Некоторые современные направления анализа данных в экологии и природопользовании.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зачетных единиц (144 часов).

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** является выработка у студентов целостного представления в области применения базовых основ моделирования, а также современного анализа атрибутивных и пространственных данных в экологии и природопользовании, овладение современными методами моделирования и анализа данных в программной среде R, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере целостного анализа исследовательской ситуации в экологии и природопользовании.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** включена в относится к дисциплине обязательной части Блока 1 реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВОи Учебного плана по направлению 05.04.06. *Экология и природопользование*, направленности: *Экологический мониторинг и проектирование*.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** являются основополагающей для изучения следующих дисциплин: Методология организации и проведения научных исследований, Современные проблемы и международное сотрудничество в области экологии и природопользования, Современные методы инструментальных исследований в экологии и природопользовании.

Особенностью дисциплины является то, что она тесно взаимосвязана со всеми дисциплинами математического и естественнонаучного цикла подготовки по направлению 05.04.06 Экология и природопользование и является основополагающей для грамотной математической обработки и оформления результатов магистерской диссертации.

Рабочая программа дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании 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 Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

Общая трудоёмкость дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** составляет 4 зачетные единицы (144 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций <sup>1</sup>	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1; Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	- основы анализа данных, получаемых в результате комплексных экологических, почвенных и агрохимических исследований;	- использовать программы расчета основных статистических характеристик и грамотно оформить таблицу описательной статистики;	- методами первичного анализа разноплановых данных по функциональному качеству базовых компонентов экосистем,
			УК-1.2; Умеет соотносить различные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	- основы дисперсионного и регрессионного анализов, а также метода главных компонент;	- самостоятельно формировать рандомизированные и систематические выборки;	- навыками самостоятельной работы в программной среде R
			УК-1.3; Имеет практический опыт работы с информационными объектами и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, создания научных текстов	- как пользоваться поисковыми запросами в сети Интернет для получения справочной информации по пакетам в программной среде R; в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	- использовать программы описательной статистики и оформить результаты работы как научный отчет;	- навыками написания и оформления научных отчетов, подготовки таблиц и рисунков для научных публикаций;
2.	ОПК-5	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий	ОПК-5.1; Знает современные информационно-коммуникационные средства, в том числе геоинформационные системы, имеет представление о моделях, их видах, задачах и алгоритмах экологического про-	- основные виды анализа данных, используемых в экологии и природопользовании, методы оценки достоверности полученных результатов;	- проводить предварительный анализ данных; проводить сравнение средних, грамотно выбирая критерий для этого сравнения; анализировать связи между несколькими переменными;	- методами статистического и системного анализа данных в области экологии и природопользования;

<sup>1</sup> Индикаторы компетенций берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра». Каждый индикатор раскрывается через «знать», «уметь», «владеть».

			ектирования			
			ОПК-5.2; Умеет собирать информацию, оценивать достоверность и неоднородность значений параметров, использовать средства прикладного программирования для расчетов и оформления документации	- типы экспериментов и основные схемы пробоотбора; способы статистической обработки данных;	- использовать современные критерии оценки качества моделирования; получать необходимую справочную информацию посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	- выбора оптимальной модели с точки зрения различных критериев и анализа остатков;
			ОПК-5.3 Имеет практический опыт работы над проектом с использованием информационно-коммуникационных технологий	- возможности использования статистического анализа пространственных данных по экологическому состоянию и функциональному качеству базовых компонентов экосистем	- проводить двухфакторный дисперсионный анализ, используя и программную среду R и грамотно интерпретировать результаты дисперсионного анализа	- самостоятельного проведения анализа экспериментальных данных, от обоснования выбора объектов и методов анализа и заканчивая подготовкой отчета по выполненной научной работе



## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а<sup>2</sup>

#### Распределение трудоёмкости дисциплины<sup>3</sup> по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. в семестре №1
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>56,4</b>	<b>56,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>56,4</b>	<b>56,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	6	6
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	32	32
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>87,6</b>	<b>87,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, тестированиям)</i>	63	63
<i>Контроль</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	<b>Экзамен</b>	

\* 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	ПР	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Процесс проведения научного исследования с использованием ЭВМ.	53,8	4	6			43,8
<b>Раздел 2.</b> Основные методы анализа данных и их реализация в программной среде R, интерпретация результатов.	87,8	12		32		43,8
Консультации (Конс)	2				2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>2,4</b>	<b>87,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>2,4</b>	<b>87,6</b>

<sup>2</sup> Таблица 2а заполняется для очной формы обучения

<sup>3</sup> Шаблон таблицы для двухсеместровой дисциплины.

## **Раздел 1. Процесс проведения научного исследования с использованием ЭВМ**

### **Тема 1.1 Основы работы в программной среде R**

Проект по разработке свободного программного обеспечения GNU. История создания языка R. Преимущества программной среды R. Два подхода к разработке прикладных программ и веб-интерфейсов: «что видишь, то и получишь» и «что ты видишь, есть то, что ты имеешь в виду». Текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных csv (Comma - Separated Values — значения, разделённые запятыми). Общие сведения о программной среде R. R как калькулятор. Создание векторов. Операции с векторами. Простейшие графики. Проверка и задание рабочей директории. Фреймы (таблицы данных). Создание фрейма, загрузка данных из файла, сохранение данных в файл.

### **Тема 1.2 Типы данных в экологическом, почвенном и агрохимическом исследовании и методы их анализа**

Особенности данных в экологии и природопользовании. Примеры объектов исследования. Примеры признаков. Шкалы признаков. Признаки качественные и количественные. Порядковая шкала.

Параметры и их оценки. Понятие об ошибке среднего. Квантильное представление распределения как свертка информации. Определение элементарного статистического испытания. Общие и второстепенные условия.

Понятие случайной величины. Особенности нормального распределения и его параметры. Генеральная и выборочная совокупности. Примеры. Активные и пассивные эксперименты. Способы обеспечения репрезентативности выборки. Таблица случайных чисел. Случайный, систематический и стратифицированный пробпоотборы.

## **Раздел 2. Основные методы анализа данных и их реализация в программной среде R, интерпретация результатов**

### **Тема 2.1 Предварительный анализ данных и анализ одной выборки**

Расчет основных статистических характеристик распределения. Графическое представление распределений: гистограмма, полигон частот, виды «коробочек с усами». Нормальная вероятностная бумага. Квантильное представление распределения как свертка информации.

Параметры нормального распределения. Среднее. Меры разброса: дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации. Понятие об ошибке среднего. Оценка ошибки среднего по одной выборке и по группе выборок.

### **Тема 2.2 Сравнение средних для данных, распределенных нормально и ненормально**

Критерии проверки выборки на нормальность: хи-квадрат и Колмагорова-Смирнова. Сравнение средних 2 независимых выборок с помощью t- критерия и с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Сравнение двух дисперсий с помощью критерия Фишера.

### **Тема 2.3 Дисперсионный анализ**

Модель двухфакторного дисперсионного анализа без взаимодействия. Сумма квадратов. Средний квадрат. Критерий Фишера. Сравнение группы средних независимых выборок с помощью критерия НСР, критерия Тьюки, Шеффе и других. Условия применимости дисперсионного анализа. Представление многофакторной модели дисперсионного анализа как суммы моделей однофакторного дисперсионного анализа.

### **Тема 2.4 Регрессионный анализ**

Коэффициент корреляции Пирсона и его значимость. Коэффициент детерминации. Простая линейная регрессия. Многомерная регрессия. Значимость коэффициентов регрессии. Анализ остаток. График предсказанные и наблюдаемые значения.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Курс лекций и практических занятий включает в себя 2 основных раздела, описание которых приведено в табл. 4.

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.	<b>Раздел 1. Процесс проведения научного исследования с использованием ЭВМ</b>				<b>10</b>
	Тема 1.1 Основы работы в программной среде R	<u>Лекция № 1.</u> Программная среда R как свободное программное обеспечение. История создания и преимущества. Преимущества программной среды R. Общие сведения о программной среде R.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Заполнение рабочей тетради.	2
		<u>Практическая работа № 1.</u> R как калькулятор. Создание векторов. Операции с векторами. Простейшие графики. Фреймы (таблицы данных). Создание фрейма, загрузка данных из файла, сохранение данных в файл	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2
	Тема 1.2 Типы данных в экологическом, почвенном и агрохимическом исследовании и методы их анализа	<u>Лекция №2.</u> Особенности данных в экологии и природопользовании. Шкалы признаков. Свертки информации. Понятие случайной величины. Способы обеспечения репрезентативности выборки.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Заполнение рабочей тетради.	2
		<u>Практическая работа № 2.</u> Расчет основных статистических характеристик и квантилей с помощью электронной таблицы Excel и программной среде R. Грамотное представление результатов исследования.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2
		<u>Практическая работа № 3.</u> Систематическая и случайная выборки. Использование электронной таблицы EXCEL для получения случайной выборки. Ошибка среднего как характеристика особенностей пробоотбора. Функция СЛЧИС – равномерно распределенное случайное число.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2
2.	<b>Раздел 2. Основные методы анализа данных и их реализация в программной среде R, интерпретация результатов.</b>				<b>44</b>
	Тема 2.1. Предварительный анализ данных и анализ одной выборки	<u>Лекция №3.</u> Нормально распределенная случайная величина. Предварительный анализ данных	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Заполнение рабочей тетради.	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру- емые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		<u>Лабораторная работа № 1.</u> Анализ выборки одномерной случайной величины в программной среде R. Ввод данных. Расчет характеристик распределения. «Коробочка с усами». Нормальная вероятностная бумага. Гистограмма.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	4
	Тема 2.2. Сравнение средних для данных, распределенных нормально и ненормально	<u>Лекция №4.</u> Ошибки репрезентативности. Доверительный интервал. Сравнение средних.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Заполнение рабочей тетради.	2
		<u>Лабораторная работа № 2.</u> Проверка гипотез о типе распределения. Сравнение средних двух независимых выборок (программная среда R). Анализ сгруппированных данных. Сравнение средних 2 независимых выборок с помощью t-критерия и с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	8
	Тема 2.3. Дисперсионный анализ	<u>Лекция №5.</u> Множественный дисперсионный анализ без взаимодействия	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Заполнение рабочей тетради.	4
		<u>Лабораторная работа № 3.</u> Двухфакторный дисперсионный анализ. Сравнение группы средних независимых выборок с помощью критерия НСР в программной среде R	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	10
	Тема 2.4. Регрессионный анализ	<u>Лекция №6.</u> Множественный корреляционный и регрессионный анализы	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Заполнение рабочей тетради.	4
		<u>Лабораторная работа № 4.</u> Одномерная и многомерная регрессия. Коэффициент корреляции в программной среде R	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3;	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	10

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Освоение дисциплины подразумевает самостоятельное освоение студентами вопросов, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основные методы анализа данных и их реализация в пакетах Excel, Statistica и R, интерпретация результатов</b>		
1.	Тема 1.1 Основы работы в программной среде R.	1. Сравнить возможности программной среды R и Python. 2. Использование цикла в программной среде R и способы его избегания. 3. Продвинутое графика в R (пакет ggplot2). 4. Изучения пакета AQR для количественного анализа почвенных профилей. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3
2.	Тема 1.2 Типы данных в экологическом, почвенном и агрохимическом исследовании и методы их анализа.	1. Особенности данных, собираемых для решения задач экологии и природопользования. 2. Латинский квадрат как инструмент нивелирования пространственных зависимостей. 3. Отображение общепринятых пространственных масштабов в научных статьях. 4. Интерпретация результатов, полученных в результате выполнения Практической работы 2. 5. Интерпретация результатов, полученных в результате выполнения Практической работы 3. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3
<b>Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств.</b>		
3.	Тема 2.1. Предварительный анализ данных и анализ одной выборки	1. Предлагается проанализировать 2-3 научных статьи по агрохимии или агропочвоведению для изучения параметров варьирования почвенных переменных, на основании выбранных данных оценить доверительные интервалы. 2. Интерпретация результатов, полученных в результате выполнения Практической работы 4. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3
4.	Тема 2.2. Сравнение средних для данных, распределенных нормально и ненормально	1. Описать ситуацию, когда в экологии, агрохимии или агропочвоведении возникает задачи сравнения переменных (по публикациям). 2. Изучит другие распределения почвенных данных (логнормальное и Пуассона). 3. Интерпретация результатов, полученных в результате выполнения Практической работы 5. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3
5.	Тема 2.3. Дисперсионный анализ	1. Оценка степени влияния фактора на отклик. 2. Двухфакторные схемы дисперсионного анализа со взаимодействием. 3. Переход от трехфакторных схем дисперсионного анализа к двухфакторным и однофакторным. 4. Интерпретация результатов, полученных в результате выполнения Практической работы 6. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3
6.	Тема 2.4. Регрессионный анализ	1. Поиск статей по базе e-library, где используются коэффициенты корреляции и линейная регрессия. 2. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена. 3. Интерпретация результатов, полученных в результате выполнения Практической работы 7. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-5-1; ОПК-5-2; ОПК-5-3

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	Программная среда R как свободное программное обеспечение. История создания и преимущества.	Л	Лекция-визуализация

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	Преимущества программной среды R. Общие сведения о программной среде R.	
2	Особенности данных в экологии и природопользовании. Шкалы признаков. Свертки информации. Понятие случайной величины. Способы обеспечения репрезентативности выборки.	Л Лекция-визуализация
3	Нормально распределенная случайная величина. Предварительный анализ данных	Л Лекция-визуализация
4	Ошибки репрезентативности. Доверительный интервал. Сравнение средних.	Л Лекция-визуализация
5	Множественный дисперсионный анализ без взаимодействия	Л Лекция-визуализация
6	Множественный корреляционный и регрессионный анализы	Л Лекция-визуализация

## 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

#### Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Сколько знаков после запятой указывается при анализе данных?
2. Что такое дисперсия, в каких единицах измеряется?
3. Что указывается в таблице при характеристике распределения нормально-распределённой случайной величины?
4. Что такое квантильное представление случайной величины? Когда оно используется? В чем состоит?
5. Что характеризует ошибка среднего?
6. Что входит в предварительный (пилотный) анализ выборки?
7. Как сравниваются средние для нормально распределённых величин?
8. Что такое доверительный интервал для случайной величины и как его рассчитать для заданного уровня значимости альфа?
9. Почему нужно запомнить число 1,96? Что оно обозначают и для чего его используют?
10. Как сравниваются средние для величин, распределение которых отличается от нормального?
11. Как сравнить группу средних? В каких случаях этого сделать нельзя?
12. Однородность каких дисперсий проверяется в дисперсионном анализе? Для чего?
13. В каких единицах выражено НСР? Что это такое?
14. Почему дисперсионный анализ назван дисперсионным?
15. Что такое коэффициент корреляции? Какие связи он описывает? Когда он значим?
16. Что такое коэффициент детерминации? Что он показывает в множественной регрессии?

17. Что такое «остатки»? Зачем и как их исследуют?
18. Какова размерность коэффициентов в уравнении множественной регрессии? Что они обозначают? (Не забудьте рассказать про свободный член). Как посчитать доверительный интервал для коэффициентов регрессии.
19. Какова размерность коэффициентов в уравнении множественной регрессии в стандартизированном виде? Что они обозначают и для чего они используются?
20. Коэффициент корреляции равен 0,23/0,7. Есть ли связь между признаками или нет? Что можно сказать?

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

**Виды текущего контроля:** оценка знаний и умений проводится на каждом занятии:

- на лекционных занятиях — с помощью письменных ответов на вопросы по лекционному курсу,
- на практических занятиях — с помощью выполнения заданий своего варианта и письменных ответов на контрольные вопросы и оформлении результатов работы в виде научного отчета.

**Виды промежуточного контроля: экзамен**

Для оценки работы студента по дисциплине в целом используется следующая балльная структура оценки (**балльно-рейтинговая система**) и шкала оценок:

За пропуск занятия без уважительной причины вычитается 2 балла.

Баллы за сданные отчеты (ответы в письменных отчетах и опрос) рассчитываются в зависимости от недели от начала темы, таким образом студенты поощряются сдавать все виды работ вовремя.

Таблица 7

Максимальное количество баллов в зависимости от недели от начала занятий

Вид работы	Неделя от начала занятий								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P1-Л1	10	10	5	5	0	0	0	0	0
P1-Л2	10	10	5	5	0	0			
P1-Л3	10	10	10	5	5	0	0		
P1-Л4	10	10	10	10	5	5	0	0	
P1-Л5	10	10	10	10	10	5	5	0	0
P1-Л6	10	10	10	10	10	10	10	5	5
P1-ПР1	10	10	5	5	0	0	0	0	0
P1-ПР2	10	10	10	5	5	0	0	0	0
P1-ПР3	10	10	10	10	5	5	0	0	0
P2-ПР4	10	10	10	10	10	5	5	0	0
P2-ПР5	15	15	15	15	15	15	15	7	0
P2-ПР6	20	20	20	20	20	20	0	20	10

<b>P2-ПР7</b>	15	15	15	15	15	15	10	15	15
---------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max}=10*10+2*15+20=150$

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

В конце семестра набранные студентом баллы суммируются, и принимается **решение об оценке на зачет с оценкой е** в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

### Система рейтингового учёта знаний и навыков магистров в течение семестра

Шкала оценивания	Зачет с оценкой
150-126	Отлично
125-96	Хорошо
95-76	Удовлетворительно
75-0	Неудовлетворительно

Студенты, набравшие 150-126 баллов, получают оценку «отлично» по экзамену («экзамен - автомат»), на основании отличной работы в течение семестра и хороших результатов тестирования.

Студенты, набравшие 125-76 баллов, могут повысить свою оценку в ходе экзамена, развернуто ответив на вопросы, входящие в список вопросов. Рекомендованных для экзамена.

Студенты, набравшие 75 балла и менее, допускаются к сдаче экзамена только после выполнения в полном объеме всех запланированных контрольных мероприятий, а также ответа на вопросы по проблемным темам в дополнительное время, назначенное преподавателем.

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить заполненную рабочую тетрадь по пропущенной лекции или выполненную задачу на компьютере и заполненную рабочую тетрадь для данного занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Зализняк, В. Е. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 125 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20525-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558307>
2. Исаева, Н. М. Математическое моделирование в биологии : учебно-методическое пособие / Н. М. Исаева, И. В. Добрынина, Н. В. Сорокина. — Тула : ТГПУ, 2018. — 63 с. — ISBN 978-5-6041454-8-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113619>
3. Прохорова, Н. В. Математическое моделирование в биологии и экологии : учеб-



ное пособие / Н. В. Прохорова. — Самара : Самарский университет, 2021. — 64 с. — ISBN 978-5-7883-1690-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/256877>

4. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537454>

### Дополнительная литература

1. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. Пер. с англ. под ред. А.Н. Гельфана, Н.М. Новиковой, М.Б. Шадриной. М.:РАСХН, 1999. 306с.

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

3. Дегтярев, В. Г. Математическое моделирование : учебное пособие / В. Г. Дегтярев. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2021. — 86 с. — ISBN 978-5-7641-1611-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222530>

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. С основами статистической обработки результатов исследований. Изд.6. – М.: Альянс, 2011. 416 с

5. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488304>

6. Математическое моделирование : учебное пособие / составитель В. А. Солдатов. — пос. Караваяево : КГСХА, 2021. — 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252131>

7. Мешалкина Ю. Л., Самсонова В. П., Васенев И. И. Информационные технологии. Практические занятия: учебное пособие. — ФГБНУ "Росинформагротех" Москва, 2017. — 142 с.

8. Мешалкина Ю.Л., Васенев И.И., Кузякова И.Ф., Романенков В.А. Геоestatистика в почвоведении и экологии (интерактивный курс): Учебно-практическое пособие – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. 98 с.

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

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**
Корпус 29, 203	Учебная лаборатория. 6 островных столов, 5 пристенных столов для оборудования, стол преподавателя, 32 стула, стационарный проектор, ноутбук.
Корпус 29, 207	Учебная лаборатория. 14 столов, 15 стульев, лабораторное оборудование
Корпус 29, 212	Компьютерный класс. 14 ПК, Моноблок преподавателя, ТВ, 15 столов, 29 сту-

	льев
Корпус 29, 214	Компьютерный класс. 12 моноблоков, моноблок преподавателя, 13 столов, 25 стульев, без мультимедиа систем.
Корпус 29, 217	Мультимедиа проектор LED Xiaomi, ноутбук, маркерная доска, 12 столов, 34 стула, стол преподавателя.
Корпус 29, 400	Помещение для самостоятельной подготовки, 5 столов, 12 стульев, стол преподавателя
Корпус 29, 401	Меловая доска, мобильный проектор, компьютер преподавателя, 23 стола, 46 стульев, стол преподавателя
Корпус 29, 404	Меловая доска, экран для проектора, мобильный проектор, ноутбук, 25 комбинаций парта с лавкой, стол преподавателя, трибуна
Корпус 29, 501	Мультимедиа проектор LED Xiaomi, ноутбук, маркерная доска, 25 комбинаций стол + лавка, стол преподавателя, 2 стула.
Корпус 29, 504	Меловая доска, экран для проектора, мобильный проектор, ноутбук, 15 столов, 30 стульев
Корпус 29, 509	Интерактивная мультимедиа система SMART, ноутбук, розетки для подключения и зарядки мобильных устройств, 14 комбинаций парта с лавкой + 1 стол и стул преподавателя

## **11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Данная дисциплина призвана помочь студентам использовать современные статистические методы при решении задач экологии и природопользования. Все виды аудиторных и самостоятельных работ сопровождаются заполнением отчетными формами. Оценки за отдельные виды контроля сообщаются студентам в виде отметок о правильности ответа (в рабочей тетради). Работа по разделу принимается, когда все задания выполнены правильно и на все вопросы даны правильные ответы.

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

Студент, пропустивший занятие без уважительной причины, получает «-2 балла», то есть из суммы баллов вычитается два балла за пропущенное занятие. В случае пропуска студентом занятия по уважительной причине баллы не вычитаются. В любом случае студент должен пропущенное занятие отработать. В день отработки или по предварительной договоренности с преподавателем студент защищает отчет по лекции или по задаче, дополнительно отвечая на блиц-вопросы преподавателя.

В случае пропуска студентом контрольной работы ему предоставляется возможность написать её в установленное кафедрой время. Студент, не сдавший в срок домашнюю письменную работу, имеет возможность сдать её в течение последующей недели, но со снижением оценки за неё согласно рейтинговой таблице.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта**

**Дисциплина Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта**

позволит студентам расширить профессиональные знания и подготовит их к грамотному анализу данных, получаемых в ходе выполнения практик и сбора данных для ВКР. Позволит самостоятельно проводить дисперсионный и регрессионный анализы, проводить предварительный анализ данных, принимать решения о применении статистических методов и проводить интерпретацию результатов.

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, соответствующие варианту, присвоенному им в начале курса.

Текущие срезы знаний проводятся после изучения каждого из основных разделов дисциплины. Текущий контроль знаний проводится письменно (заполнение рабочей тетради), а также устно. Устные ответы и письменные работы студентов оцениваются. Оценки доводятся до сведения студентов и отражаются в рабочей ведомости преподавателя.

Работа студентов оценивается по балльно-рейтинговой системе. За успешное выполнение письменных работ и активную работу на занятиях студент может получить до 150 баллов за семестр.

Изучение дисциплины заканчивается **экзаменом**. Студенты, набравшие 150-126 баллов, получают оценку «отлично» по экзамену («экзамен - автомат»), на основании отличной работы в течение семестра и хороших результатов тестирования.

Студенты, набравшие 125-76 баллов, могут повысить свою оценку в ходе экзамена, развернуто ответив на вопросы, входящие в список вопросов, рекомендованных для экзамена.

Студенты, набравшие 55 баллов и менее, допускаются к сдаче зачета с оценкой только после выполнения в полном объеме всех запланированных контрольных мероприятий, а также ответа на вопросы по проблемным темам в дополнительное время, назначенное преподавателем.

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить заполненную рабочую тетрадь по пропущенной лекции или выполненную задачу на компьютере и заполненную рабочую тетрадь для данного занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем.

### **Программу разработал:**

Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент



Илюшкова Е.М., ассистент



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных**  
**данных в экологии и природопользовании с использованием**  
**искусственного интеллекта**  
**ОПОП ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование**  
**направленность «Экологический мониторинг и проектирование»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Борисовым Борисов Анорьевичем, д.б.н., профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** ОПОП ВО по 05.04.06 Экология и природопользование, Направленность: «Экологический мониторинг и проектирование» (магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (Мешалкина Юлия Львовна, доцент кафедры экологии, кандидат сельскохозяйственных наук, Илюшкова Елена Михайловна, ассистент кафедры экологии).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, Направленность: «Экологический мониторинг и проектирование». 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.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления шифр 05.04.06 Экология и природопользование.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** закреплено 6 **компетенции**. Дисциплина **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.04.06 Экология и природопользование и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** предполагает 6 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки, 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 ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – 8 источников со ссылкой на электронные ресурсы, соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.04.06 Экология и природопользование.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта**.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **Б1.О.07 Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта**. ОПОП ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленность «Экологический мониторинг и проектирование» (магистр), разработанная Мешалкиной Юлией Львовной, доцентом кафедры экологии, кандидатом сельскохозяйственных наук, Илюшковой Еленой Михайловной, ассистентом кафедры экологии соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Борисов Б.А., д.б.н.,  
профессор кафедры почвоведения,  
геологии и ландшафтоведения



«23» августа 2024 г.