

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 15.08.2023 18:13:47

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

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

  
Д.М. Бенин  
«24» августа 2022г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Экология

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик (и):

Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент



«22» августа 2022г.

Рецензент: Мазиров М.А., д.б.н., проф.,



«22» августа 2022г.

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

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

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



«22» августа 2022г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Смирнов А.П., к.т.н., доцент



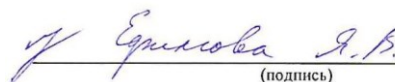
«24» августа 2022г.

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



«22» августа 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), 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
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>15</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	17
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ..	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>19</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....</b>	<b>20</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>21</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>21</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	21
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>22</b>

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины  
**Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на  
основе цифровых инструментов и технологий**  
для подготовки бакалавра по направлению  
05.03.06 экология и природопользование  
Направленности: Экология

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ геостатистического анализа и моделей пространственного варьирования экологических свойств, выработка у бакалавров целостного представления в области применения современных геостатистических технологий в экологии и природопользовании, овладение методами современного пространственного анализа, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере целостного анализа пространственного распределения экологических показателей.

**Место дисциплины в учебном плане:** Цикл Б1.В.03, вариативная часть, дисциплина осваивается в 5 семестре.

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

**Краткое содержание дисциплины:** основные представления о геостатистике, виды координат для пространственных данных, процесс сбора пространственных данных, особенности пространственных данных в экологии и природопользовании, модель «отсутствие пространственных зависимостей» хороплеты, тренды, моделирование периодических зависимостей, семивариограмма как модель пространственных зависимостей, транзитивная семивариограмма и ее основные параметры, изотропная и анизотропная семивариограммы, модели семивариограмм: сферическая, экспоненциальная, гауссовская, глобальные и локальные интерполяторы, метод обратных расстояний: кригинг как оптимальный интерполятор, простой и ординарный кригинг, преимущества кригинга, точечный и блочный кригинг, понятие о других видах кригинга, виды схем пробоотбора, преимущества стратифицированно-случайной схемы пробоотбора и способы ее разработки, влияние параметров модели семивариограммы на получаемый результат, построение контурной карты, построение каркасной карты, построение поверхности, прогнозирование, верификация точности интерполяции, практические примеры задач, решаемые геостатистикой в экологии и природопользовании, доступные программные средства.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетные единицы (108 часов).

**Промежуточный контроль:** экзамен

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» является изучение основ геостатистического анализа и моделей пространственного варьирования экологических свойств, выработка у бакалавров целостного представления в области применения современных геостатистических технологий в экологии и природопользовании, овладение методами современного пространственного анализа, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере це-

лостного анализа пространственного распределения экологических показателей, в том числе, приобретение необходимых систематизированных теоретических знаний и практических навыков комплексного анализа пространственных данных: данных, располагающихся вдоль траншеи, на площади и внутри трехмерного тела; выработка умения формулировать в геостатистических терминах рабочие версии решаемых исследовательских, информационно-аналитических, прогнозных и оценочных задач; освоение основных методов и понятий геостатистики и приобретение практических навыков работы с современными программными пакетами; развитие способностей анализировать экспериментально полученные данные, составлять обоснованные с научной точки зрения схемы пробоотбора для оценки пространственного распределения региональных базовых компонентов природных, агро- и урбоэкосистем; развитие умения делать необходимые и логически обоснованные выводы из анализа пространственного распределения данных по экологическому состоянию и функциональному качеству базовых компонентов природных, агро- и урбоэкосистем с учетом точности исходных данных и пределов работы основных пространственных моделей.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» включена вариативную часть дисциплин по выбору. Дисциплина «Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» 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 «Основы геостатистики в сельском хозяйстве на основе цифровых инструментов и технологий» являются «Химия», «Физика», «Математика», «Информатика», «Общая экология», «Основы природопользования».

Дисциплина «Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «ГИС в экологии и природопользовании», «Экологический мониторинг», «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды», «Агроэкологические основы применения удобрений», «Анализ и основы моделирования экосистем с использованием искусственного интеллекта», «Агроэкологическое моделирование».

Особенностью дисциплины является то, что она тесно взаимосвязана со всеми дисциплинами математического и естественнонаучного цикла подготовки по направлению 05.03.06 Экология и природопользование и является основополагающей для анализа карт и картосхем, а также пространственных данных и использования ГИС-технологий при выполнении исследований и проектных работ, а также грамотного оформления, интерпретации и визуализации полученных при этом результатов.

Рабочая программа дисциплины «Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» для ин-

валидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

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

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3,0 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1.7	Владеть основными методами геоинформационных исследований, геостатистической и статистической обработки данных в экологии и природопользовании с применением цифровых инструментов и технологий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы геостатистического анализа данных в области прикладной экологии, экологического картографирования и мониторинга;</li> <li>- основные модели пространственных данных и методы интерполяции;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- импортировать, хранить, обрабатывать, анализировать, визуализировать, экспортировать пространственные данные;</li> <li>- использовать методы геостатистики для решения задач прикладной экологии, экологического мониторинга и проектирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами, и способами получения, хранения, переработки и визуализации пространственных данных;</li> <li>- основными методами применения геостатистических технологий в области прикладного экологического картографирования, в программных средах MS Excel и Rstudio</li> </ul>
2.	ПКос-3.2	Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения экологического проектирования и картографирования с применением цифровых инструментов и технологий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы обработки и анализа экологической информации с целью подбора пространственных моделей, построения карт и картограмм</li> <li>- возможности использования геостатистического анализа пространственных данных по экологическому состоянию и функциональному качеству базовых компонентов экосистем, с применением современных цифровых инструментов ( Rstudio, ArcGIS, Surfer 13)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать геостатистические модели для анализа карт и картограмм экологическому состоянию и функциональному качеству компонентов экосистем</li> <li>- создавать интерполяционные карты и картограммы на основе полученной экологической информации по объектам исследования с использованием открытых цифровых инструментов (RStudio, Vesper 1.63)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с компьютером как средством управления информацией для решения профессиональных экологических задач</li> <li>- геостатистическими методами обработки, анализа, синтеза экологической информации с использованием открытых цифровых инструментов (RStudio, Vesper 1.63)</li> </ul>

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам Семестр №5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52,4</b>	<b>52,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>52,4</b>	<b>52,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4	4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	30	30
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>55,6</b>	<b>55,6</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>	31	31
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Представление о геостатистике в экологии и природопользовании.	12	2				10
<b>Раздел 2.</b> Модели пространственного варьирования экологических свойств.	14	2		2		10
<b>Раздел 3.</b> Семивариограмма.	26	4	2	10		10
<b>Раздел 4.</b> Основные виды пространственных интерполяторов	35	4	2	14		15
<b>Раздел 5.</b> Практическая реализация задач геостатистической интерполяции	18,6	4		4		10,6
Консультация перед экзаменом	2				2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>2,4</b>	<b>55,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>2,4</b>	<b>55,6</b>

**Раздел 1. Представление о геостатистике в экологии и природопользовании.**

**Тема 1.1. Ключевые задачи геостатистики и объекты исследований в экологии и природопользовании.**



Основные представления о геостатистике. Цели, задачи, предмет и методология геостатистических исследований. Становление геостатистики как науки. Структура современной геостатистики и ее место в современной науке. Базовые понятия и термины. История и перспективы развития.

### **Тема 1.2. Представление о пространственных данных.**

Отличие пространственных данных от других типов объектов. Основные виды координат для пространственных данных. Процесс сбора пространственных данных. Особенности пространственных данных в экологии и природопользовании.

## **Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств.**

### **Тема 2.1. Основные модели отображения пространственного варьирования. Модель автокорреляции. Регионализованная переменная**

Модель «отсутствие пространственных зависимостей» преимущества и недостатки, примеры. Стационарность 1-го порядка и ее нарушение. Хороплеты: преимущества и недостатки, примеры. Тренды линейный, квадратичный, кубический: их отличия. Примеры трендов. Тренды от индикаторных переменных. Моделирование периодических зависимостей. Антропогенный фактор в формировании закономерной изменчивости. Понятие о регионализованной переменной. Стационарность 2-го порядка. Внутренняя гипотеза. Модель автокорреляции и ее пространственный смысл. Пример расчета простейшей семивариограммы.

## **Раздел 3. Семивариограмма.**

### **Тема 3.1. Определение и основные параметры семивариограммы.**

Определение семивариограммы. Синонимы термина семивариограмма. Примеры простейших пространственных зависимостей, выраженные через семивариограмму. Связь между дисперсией случайной величины, дисперсии разности и семивариограммой. Определение транзитивной семивариограммы. Основные параметры семивариограммы: порог, ранг, наггет-эффект, - и их интерпретация.

### **Тема 3.2. Семивариограмма как модель пространственных зависимостей**

Семивариограммы для трендов, для хороплет, для гармонических составляющих, модели для отсутствия зависимостей. Изменение семивариограммы при добавлении модель случайных составляющих разной амплитуды. Расшифровка по форме семивариограммы пространственных зависимостей. Изотропная и анизотропная семивариограммы. Семивариограмма для сложных, комбинированных пространственных зависимостей.

### **Тема 3.3. Моделирование семивариограмм.**

Наиболее распространенные формы (модели) семивариограмм: сферическая, экспоненциальная, гауссовская. Другие модели семивариограммы. Комбинированные модели семивариограмм. Факторы, влияющие на оценку семи-

вариограммы. Соотношение семивариограммы и автокорреляционной функции. Способы визуализации семивариограммы. Графическая семивариограмма. Вариограммная роза. Вариограммное облако.

#### **Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов**

##### **Тема 4.1. Глобальные интерполяторы.**

Интерполяция и экстраполяция. Глобальные и локальные интерполяторы: определения и отличия. Виды глобальных интерполяторов. Линейные интерполяции. Полиномы. Ряды Фурье.

##### **Тема 4.2. Локальные интерполяторы.**

Триангуляцией Делоне. Полигоны Воронова. Сплайны. Другие виды локальных интерполяторов: по методу «ближайшего соседа», среднее по  $n$  ближайшим соседям, среднее внутри радиуса  $a$ , средневзвешенное по расстоянию внутри радиуса  $a$ , средневзвешенное по расстоянию от  $n$  ближайших соседей. Метод обратных расстояний: преимущества и недостатки.

##### **Тема 4.3. Кригинг как оптимальный интерполятор.**

Понятие об оптимальном интерполяторе. Его свойства. Простой и ординарный кригинг. Схема интерполяции методом кригинга. Преимущества кригинга. Точечный и блочный кригинг. Интерполяционные образы, соответствующие разным моделям семивариограмм. Понятие о других видах кригинга.

#### **Раздел 5. Практическая реализация задач геостатистической интерполяции**

##### **Тема 5.1. Разработка оптимальной схемы пробоотбора для геостатистических исследований.**

Виды схем пробоотбора. Оптимальная схема с точки зрения геостатистической интерполяции. Преимущества стратифицированно-случайной схемы пробоотбора и способы ее разработки. Влияние числа точек пробоотбора на точность интерполяции.

##### **Тема 5.2. Практические вопросы проведения геостатистических интерполяций.**

На примере работы с программами Surfer и ArcGIS практическая реализация задач геостатистической интерполяции. Общая схема построения грида. Построение семивариограммы. Подбор оптимальной модели семивариограммы. Влияние параметров модели семивариограммы на получаемый результат. Построение контурной карты. Построение каркасной карты. Построение поверхности. Прогнозирование. Верификация точности интерполяции. Практические примеры задач, решаемые геостатистикой в экологии и природопользовании. Доступные программные средства.

#### **4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия**

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

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Представление о геостатистике в экологии и природопользовании.</b>				<b>2</b>
	Тема 1.1. Ключевые задачи геостатистики и объекты исследований в экологии и природопользовании.	<u>Лекция № 1.</u> Основные представления о геостатистике. Цели, задачи, предмет и методология геостатистических исследований. Становление геостатистики как науки. История и перспективы развития.	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	1
	Тема 1.2. Представление о пространственных данных.	<u>Лекция №2.</u> Отличие пространственных данных от других типов объектов. Основные виды координат для пространственных данных. Особенности пространственных данных в экологии и природопользовании	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	1
2.	<b>Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств.</b>				<b>4</b>
	Тема 2.1. Модели пространственного варьирования экологических свойств. Модель автокорреляции. Регионализованная переменная.	<u>Лекция № 3.</u> Модель «отсутствие пространственных зависимостей». Стационарность 1-го порядка и ее нарушение. Хороплеты. Тренды. Моделирование периодических зависимостей. Понятие о регионализованной переменной. Стационарность 2-го порядка. Внутренняя гипотеза. Модель автокорреляции и ее пространственный смысл. Пример расчета простейшей семивариограммы	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
		<u>Лабораторная работа № 1.</u> Моделирование простейших пространственных изменений вдоль траншеи. Грамотное оформление и представление результатов исследования	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2
<b>Раздел 3. Семивариограмма.</b>				<b>16</b>	
3.	Тема 3.1. Определение и основные параметры семивариограммы.	<u>Лекция № 4.</u> Определение семивариограммы. Примеры простейших пространственных зависимостей, выраженные через семивариограмму. Определение транзитивной семивариограммы. Основные параметры семивариограммы: порог, ранг, наггет-эффект, - и их интерпретация.	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
		<u>Лабораторная работа № 2.</u> Расчет и построение семивариограммы в программе Excel для траншеи 9 м.	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3.2. Семивариограмма как модель пространственных зависимостей	<u>Лекция № 5.</u> Семивариограммы для основных пространственных моделей.. Расшифровка по форме семивариограммы пространственных зависимостей. Изотропная и анизотропная семивариограммы.	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
		<u>Лабораторная работа № 3.</u> По варианту ЛР №1 для пространственных моделей хороплет, тренда 1-го порядка, тренда 2-го порядка, периодичности и случайных изменений признака Z вдоль траншеи построение семивариограммы.	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа № 1.	2
		<u>Лабораторная работа № 4.</u> Построение сложных моделей семивариограмм с добавлением случайной составляющей разной амплитуды для моделей хороплет, тренда 1-го порядка, тренда 2-го порядка. периодичности. Построение семивариограммы для комбинированных моделей	ПКос-1.7	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2
	Тема 3.3. Моделирование семивариограмм.	<u>Практическое занятие №1</u> Наиболее распространенные формы (модели) семивариограмм. Факторы, влияющие на оценку семивариограммы. Способы визуализации семивариограммы.	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
		<u>Лабораторная работа № 5.</u> Изучение пространственных изменений при площадном опробовании. Знакомство с программой Vesper 1.63. Построение семивариограмм и подбор оптимальной модели	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа № 2	2
	<b>Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов.</b>				
4.	Тема 4.1. Глобальные интерполяторы	<u>Лекция № 6.</u> Интерполяция и экстраполяция. Глобальные и локальные интерполяторы: определения и отличия. Виды глобальных интерполяторов. Линейные интерполяции. Полиномы. Ряды Фурье.	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
		<u>Лекция № 7.</u> Триангуляцией Делоне. Полигоны Воронова. Сплаины. Другие виды локальных интерполяторов. Метод обратных расстояний: преимущества и недостатки.	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
	Тема 4.2. Локальные интерполяторы	<u>Лабораторная работа № 6.</u> Изучение графических примеров, имеющихся в программе Surfer. Сравнение результатов интерполяции разными методами. Построение картограммы	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		изолиний и поверхности для одного из почвенных показателей, когда образцы получены в результате площадного опробования, методом обратных расстояний.			
	Тема 4.3. Кригинг как оптимальный интерполятор	<u>Практическое занятие № 2</u> Понятие об оптимальном интерполяторе. Схема интерполяции методом кригинга. Преимущества кригинга. Точечный и блочный кригинг. Понятие о других видах кригинга	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	3
		<u>Лабораторная работа № 7.</u> Построение картограммы изолиний и поверхности для одного из почвенных показателей, когда образцы получены в результате площадного опробования, методом кригинга с разными моделями семивариограмм. Оценка влияния модели семивариограммы на результирующую карту	ПКос-1.7	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос.	6
		<u>Лабораторная работа № 8.</u> Работа с пространственными объектами в программной среде R. Проведение интерполяции методом обратных расстояний.	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа №3	6
	<b>Раздел 5. Практическая реализация задач геостатистической интерполяции.</b>				<b>8</b>
5.	Тема 5.1. Разработка оптимальной схемы пробоотбора для геостатистических исследований.	<u>Лекция № 8.</u> Виды схем пробоотбора. Оптимальная схема с точки зрения геостатистической интерполяции. Преимущества стратифицированно-случайной схемы пробоотбора и способы ее разработки. Влияние числа точек пробоотбора на точность интерполяции.	ПКос-1.7	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия. Контрольная работа №4	2
	Тема 5.2. Практические вопросы проведения геостатистических интерполяций.	<u>Лекция № 9.</u> Общая схема построения грида. Подбор оптимальной модели семивариограммы. Влияние параметров модели семивариограммы на получаемый результат. Верификация точности интерполяции. Практические примеры задач, решаемые геостатистикой в экологии и природопользовании. Доступные программные средства	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия.	2
		<u>Лабораторная работа № 9.</u> Разбор 4 научных публикаций по применению геостатистики в экологии и природопользовании.	ПКос-1.7 ПКос-3.2	Групповое обсуждение	4

Таблица 5

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Представление о геостатистике в экологии и природопользовании</b>		
1.	Тема 1.1. Ключевые задачи геостатистики и объекты исследований в экологии и природопользовании.	1. Геостатистика как наука и как технология. 2. Конкретные примеры использования геостатистики в экологии. 3. Использование геостатистики в природопользовании на примере приложений в геологии. Пкос-1.7, Пкос-3.2
2.	Тема 1.2. Представление о пространственных данных.	1. Процесс сбора пространственных данных. 2 2. Особенности данных, собираемых для решения задач экологии и природопользования. 3. Возможности использования геостатистики для экологической оценки состояния земель Пкос-1.7
<b>Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств.</b>		
3.	Тема 2.1. Модели пространственного варьирования экологических свойств. Модель автокорреляции. Регионализованный параметр	1. Общепринятые масштабы экологического картирования в России. Основные методы количественного анализа пространственно распределенной информации в экологии и природопользовании. Пкос-1.7
<b>Раздел 3. Семивариограмма.</b>		
4.	Тема 3.1. Определение и основные параметры семивариограммы.	1. Преимущества семивариограммы по сравнению с автокорреляционной функцией 2. Использование семивариограммы для перехода от одного масштаба к другому (upscaling и downscaling). Пкос-1.7, Пкос-3.2
5.	Тема 3.2. Семивариограмма как модель пространственных зависимостей	1. Основные методы количественного анализа пространственно распределенной информации в экологии и природопользовании. Пкос-1.7, Пкос-3.2
6.	Тема 3.3. Моделирование семивариограмм.	1. Критерии качества оценки моделей. 2. Метод наименьших квадратов. 3. Разнообразие моделей семивариограммы. 4. Почему не используют обычно линейную модель. Пкос-1.7, Пкос-3.2
<b>Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов.</b>		
7.	Тема 4.1. Глобальные интерполяторы	1. Пространственные модели, используемые при изучении глобальных изменений климата и контроля парниковых газов на глобальном, локальном и региональном уровне. Пкос-1.7
8.	Тема 4.2. Локальные интерполяторы	1. Сравнение интерполяционных карт, построенных разными методами локальной интерполяции. Пкос-1.7, Пкос-3.2
9.	Тема 4.3. Кригинг как оптимальный интерполятор	1. Примеры решения практических экологических задач на основе карт, построенных методом кригинга. Пкос-1.7, Пкос-3.2
<b>Раздел 5. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.</b>		
10.	Тема 5.1. Разработка оптимальной схемы пробоотбора для геостатистических исследований.	1. Схемы пробоотбора при планировании сложных, многоуровневых пространственных исследований. Пкос-1.7
11.	Тема 5.2. Практические вопросы проведения геостатистических интерполяций.	1. Примеры задач, решенных с помощью применения методов геостатистики, по экологической оценке <ul style="list-style-type: none"> <li>• ареалов загрязнения от точечного источника выбросов,</li> <li>• ареалов загрязнения от автомагистралей</li> </ul> и экологической экспертизы проектов землепользования. Пкос-1.7, Пкос-3.2

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Л	ЛР	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	Основные представления о геостатистике. Цели, задачи, предмет и методология геостатистических исследований. Становление геостатистики как науки. История и перспективы развития.	Л		Лекция-визуализация
2	Практические примеры задач, решаемые геостатистикой в экологии и природопользовании. Доступные программные средства	Л		Лекция-визуализация
3	Разбор 4 научных публикаций по применению геостатистики в экологии и природопользовании.		ЛР	Групповая дискуссия

### 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

##### Контрольная работа №1

Заполнить табличку, указав семивариограммы соответствуют простейшим пространственным моделям и снабдив, соответствующими рисунками.

№ п/п	Тип пространственной зависимости	Как выглядит семивариограмма
-------	----------------------------------	------------------------------

##### Контрольная работа №2

1. На картинке даны семивариограммы для полевой влагоемкости за разные годы на одном и том же участке. Изобразите на рисунке основные параметры для каждой семивариограммы и укажите их значения в таблице.
2. Для квадрата 300 кв. м до какой максимальной длины можно рассчитать семивариограмму.

Почему?

##### Контрольная работа №3

Предположим, что Вам нужно построить карту загрязнения тяжелыми металлами на территорию 1 кв.км. Ваши действия:

1. Схема пробоотбора:
  - а. Сколько образцов отбирать?

- b. Как расположить точки пробоотбора?
  - c. С какой глубины и сколько г. отбирать?
2. Как в журнале будут выглядеть исходные данные (напишите таблицу)
  3. Напишите последовательность действий по обработке данных:
    - a. С помощью каких программ обрабатываются данные
    - b. Какова последовательность действий и что получается в результате.

#### Контрольная работа №4

Вам надо построить картограмму содержания гумуса.

Поле 1 расположено на склоне 4 град., оно квадратное, его площадь 4 га .

Ваши действия:

1. Схема пробоотбора:
  - a. Сколько образцов отбирать?
  - b. Как расположить точки пробоотбора?

Нарисуйте схему.

2. Как будет выглядеть семивариограмма? На какое максимальное расстояние ее можно строить? Чему будет равен шаг?
3. Какой вид интерполяции можно будет использовать?

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

1. Основные представления о геостатистике. Базовые понятия и термины. История и перспективы развития.
2. Каковы предпосылки развития геостатистики в экологии?
3. Что такое геостатистика?
4. Что такое пространственная переменная?
5. Что может выступать в качестве аргумента для пространственной переменной?
6. Что такое хороплеты?
7. Приведите пример пространственных изменений, которые могут быть описаны методом хороплет?
8. Какие преимущества дает использование хороплет при моделировании пространственных зависимостей?
9. Какие недостатки метода хороплет?
10. В каких случаях используется модель трендов? Приведите пример.
11. Чем отличаются тренды 1-го, 2-го и 3-го порядка?
12. Какие недостатки проявляются при использовании трендов высокого порядка?
13. Как может выглядеть функция, описывающая периодические зависимости?
14. Приведите пример наблюдаемой периодической зависимости из экологии или почвоведения?



15. Когда используется модель «отсутствие пространственных зависимостей» и имеет ли смысл ее использовать?
16. Что такое семивариограмма? Как еще называют эту функцию?
17. Что такое шаг (или лаг)?
18. Какие характеристики выделяют для транзитивной семивариограммы и что они описывают?
19. Чем анизотропная семивариограмма отличается от изотропной?
20. Зачем расчетную семивариограмму аппроксимируют некоторой функцией?
21. Что влияет на точность модели семивариограммы?
22. Как производят подгонку модели, по каким критериям?
23. Что такое кригинг?
24. В чем состоит основной принцип крикинга?
25. На основании каких данных делается предсказание значения в точке, где не было наблюдения?
26. Для решения каких задач используется блочный кригинг?
27. Какие еще виды крикинга Вы знаете? Чем они отличаются?
28. Что собой представляет стратифицированный случайный отбор?
29. Какой фактор влияет на стоимость и точность картограмм?
30. Какие факторы влияют на точность предсказания методом крикинга?
31. Какие задачи в области экологии и природопользования можно решить, используя методы геостатистики?
32. Какие этапы анализа выполняются при исследовании моделей?
33. Что понимается под термином «прогнозирование»?
34. Зачем нужно обосновывать схемы пробоотбора?
35. Каким образом выполняется анализ пространственного варьирования?
36. Какие Вы знаете программные продукты, с помощью которых можно проводить геостатистические расчеты?
37. Что можно сказать о сравнении крикинга с другими методами интерполяции?
38. Какие методы интерполяции Вы знаете?
39. Перечислите локальные интерполяторы, чем они отличаются?
40. Перечислите глобальные интерполяторы, чем они отличаются?

## **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 групповых дискуссий ряда вопросов, связанных с материалом лекции,
- на лабораторных занятиях – с помощью выполнения заданий своего варианта и письменных ответов на контрольные вопросы и оформлении результатов работы в виде краткого 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.

Каждая контрольная – 25 баллов. Всего за четыре контрольных – 25 баллов \* 4 = 100 баллов.

Поощрительные баллы за активность во время групповых дискуссий на лекциях – максимум 60 баллов за семестр

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								
	1-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13	14	15	16
P1-Л1	10	5	0	0	0	0	0	0	0
P1-Л2	10	5	0	0	0	0	0	0	0
P2-Л3	10	5	0	0	0	0	0	0	0
P2-ЛР1	10	5	5	0	0	0	0	0	0
P3-ЛР2	10	10	5	5	0	0	0	0	0
P3-Л4	10	10	5	5	0	0	0	0	0
P3-ЛР3	10	10	10	5	5	0	0	0	0
P3-ЛР4	10	10	10	5	5	0	0	0	0
P3-ПЗ1	10	10	10	10	5	5	0	0	0
P3-ЛР5	10	10	10	10	5	5	0	0	0
P4-Л5	10	10	10	10	10	5	5	0	0
P4-Л6	10	10	10	10	10	5	5	0	0
P4-ЛР6	10	10	10	10	10	10	5	5	0
P4-Л7	10	10	10	10	10	5	5	0	0
P4-ПЗ2	20	20	20	20	20	20	20	20	10
P4-ЛР8	20	20	20	20	20	20	20	20	10
P5-Л8	10	20	20	20	20	20	20	20	10
P5-Л9	10	20	20	20	20	20	20	20	10
P5-ЛР9	20	20	20	20	20	20	20	20	10

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max}=100+60+17*10+3*20=390$

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 экзамене** в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

**Система рейтингового учёта знаний и навыков бакалавров  
в течение семестра**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
390-321	Отлично
320-256	Хорошо
255-201	Удовлетворительно
200-0	Неудовлетворительно

Студенты, набравшие 321-390 баллов, получают оценку «отлично» без экзамена («экзамен - автомат»), на основании отличной работы в течение семестра и хороших результатов тестирования.

Студенты, набравшие 201-320 баллов, могут повысить свою оценку в ходе экзамена, развернуто ответив на вопросы, входящие в список вопросов. Рекомендованных на экзамен.

Студенты, набравшие 200 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. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. С основами статистической обработки результатов исследований. Изд.6. – М.: Альянс, 2011. 416 с.
2. Мешалкина Ю.Л., Васенев И.И., Кузякова И.Ф., Романенков В.А. Гео-статистика в почвоведении и экологии (интерактивный курс): Учебно-практическое пособие – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. 98 с.
3. Васенев И.И., Мешалкина Ю.Л., Грачев Д.А. Геоинформационные системы в почвоведении и экологии (интерактивный курс): Учебно-

## 7.2 Дополнительная литература

1. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. Пер. с англ. под ред. А.Н. Гельфана, Н.М. Новиковой, М.Б. Шадринной. М.:РАСХН, 1999. 306с.
2. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: Учебник. : 4-е изд., исп. и доп., – М.: Изд. КД Либроком, 2010, 326 с.
3. Пифо Х.-П. Статистика для бакалавров по специальностям АБ, АН и ВПР в Университете Хоэнхайм.- М.:Изд. ВНИИА. 2011. 296с.
4. Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: на примере дерново-подзолистых почв. –М.:Изд-во ЛКИ, 2008. -160с.
5. Экологическое картографирование (Стурман В.И.) М.: Аспект Пресс, 2003.-251 с.
6. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М.: Академия. 2004.

## 7.3 Нормативные правовые акты

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

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

Описание материально-технической базы, имеющейся на кафедры и необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Основы геостатистики в экологии и природопользовании» представлено в таблице 9.

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

1. <https://sites.google.com/site/ecologysoilsstatistics/ucenikam>.
2. <https://www.rstudio.com/>.

### 8. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	1-5	MS Excel	Расчетная	Microsoft	1985
2	Раздел 4. Основные виды пространствен-	RStudio	Расчетная	Джозеф Ал-	2011

	ных интерполяторов			лер	
3		Surfer 13	ГИС	Golden Software	2013
	Раздел 3. Семиварио- грамма	Vesper 1.63	Расчетная	Джозеф Ал- лер	2000

## 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
1	2
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	Интерактивная доска 1 шт. (Инв.№550136/1) 1. Парты 10 шт. 2. Столы компьютерные 14 шт. 3. Стулья 30 шт. 4. Интерактивная доска Smart 680I3 со встроенным проектором Инв.№560906. 5. СБ Intel Core 2 Duo E4700/2,6Ghz/2Mb 14 шт. Инв.№559425/1 – 14. 6. Монитор 19 LG Flatron L1953S-BS 14 шт. Инв.№559427/1 – 14
Библиотека, читальный зал, электронный чит. зал - ауд. № 144	Компьютеризированная система поиска научных и учебных материалов, сканер
Студенческое общежитие №4, комната для самоподготовки	Письменные столы, стулья

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Данная дисциплина призвана помочь студентам использовать современные геостатистические 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.

### Подготовка презентаций

Презентация представляет собой публичное выступление студента на семинаре, ориентированное на ознакомление, убеждение слушателей по определенной теме-проблеме.

Качественная презентация зависит от следующих параметров:

- постановки темы, цели и плана выступления;
- определения продолжительности представления материала;

- наличия иллюстраций (не перегружающих изображаемое на экране),
- нужного подбора цветовой гаммы;
- использования указки.

Студент должен: а) не зачитывать написанное на экране, а вести свободное повествование; б) предусмотреть проблемные, сложные для понимания фрагменты и прокомментировать их; в) предвидеть возможные вопросы, которые могут быть заданы по ходу и в результате предъявления презентации.

### **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 бланк-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 таблицы.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Дисциплина «Основы геостатистики в сельском хозяйстве на основе цифровых инструментов и технологий» позволит студентам расширить профессиональные знания и подготовит их к грамотному анализу пространственных данных и их интерпретации. Позволит самостоятельно строить семивариограммы, их анализировать, принимать решения о применении пространственных моделей и проводить интерполяцию пространственных переменных.

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 вначале 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 390 баллов за семестр.


Изучение дисциплины заканчивается **экзаменом**. Студенты, набравшие 321-390 баллов, получают оценку «отлично» без экзамена («экзамен - автомат»), на основании отличной работы в течение семестра и хороших результатов тестирования.

Студенты, набравшие 201-320 баллов, могут повысить свою оценку в ходе экзамена, развернуто ответив на вопросы, входящие в список вопросов. Рекомендованных на экзамен.

Студенты, набравшие 200 баллов 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.

**Программу разработал (и):**

Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Б1.В.03 «Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленность Экология (квалификация выпускника – бакалавр)**

Мазировым Михаилом Арнольдовичем, профессором кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором биологических наук, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленность Экология (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» (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 вариативной части учебного цикла – Б1.В.

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

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» закреплено **2 компетенции**. Дисциплина Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 34 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 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.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» предполагает 3 занятия в интерактивной форме.

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



10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (Групповые дискуссии, решение задач), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.03 ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, 1 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

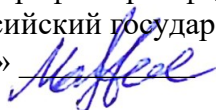
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.В.03 Основы геостатистики в экологии и природопользовании на основе цифровых инструментов и технологий» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленность Экология (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент), соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Мазиров М.А. профессор, д.б.н. профессор кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»



«24» августа 2022 г.