

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

Дата подписания: 28.12.2025 13:07:11

Уникальный программный ключ:

dcb6d8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



**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

“ 25 ” 08 2025 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность: Экологический мониторинг и проектирование

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик (и):

Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент

Илюшкова Е.М., старший преподаватель


«27» 06 2025 г.

«27» 06 2025 г.

Рецензент:

Борисов Б.А., д.б.н., профессор



«27» 06 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта 13.023 Агрохимик-почвовед, 26.008 Специалист в области экологических биотехнологий и учебного плана по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование, направленность экологический мониторинг и проектирование.

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии  
протокол № 16/25 от 27.06.25

И.о. заведующего кафедрой, Тихонова М.В., к.б.н., доцент



«27» 06 2025 г.

**Согласовано:**

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



Щедрина Е.В.

«25» 08 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой



Тихонова М.В.

«25» 08 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<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.04 МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ КАРТОГРАФИИ, ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭКОЛОГИИ, 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>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	13
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	28
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	30
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	31
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....</b>	<b>31</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>32</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	33
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>33</b>

## **Аннотация**

**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.04 «Методы цифровой картографии, пространственного анализа и**  
**моделирования в экологии»**  
**для подготовки магистра по направлению**  
**05.04.06 Экология и природопользование**  
**направленности Экологический мониторинг и проектирование**

**Цель освоения дисциплины: Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** изучение основ цифровой картографии и моделей пространственного варьирования экологических свойств, выработка у магистров целостного представления в области применения современных геостатистических технологий в экологии и почвоведении, овладение методами современного пространственного анализа, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере целостного анализа пространственного распределения экологических показателей.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки *05.04.06. Экология и природопользование*, направленность: *Экологический мониторинг и проектирование*.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3.

**Краткое содержание дисциплины:** основные представления о цифровой картографии, виды координат для пространственных данных, процесс сбора пространственных данных, особенности пространственных данных в экологии и почвоведении, 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 цифровой картографией в экологии и почвоведении, доступные программные средства.

**Общая трудоемкость дисциплины:** составляет 108/3, в том числе 4 часа практическая подготовка.

**Промежуточный контроль:** экзамен

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** является изучение основ цифровой картографии и моделей пространственного варьирования экологических свойств, выработка у магистров целостного представления в области применения современных геостатистических технологий в экологии и почвоведении, овладение методами современного пространственного анализа, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере целостного 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 цифровой картографии 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 **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений. **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению *05.04.06. Экология и природопользование*, направленность: *Экологический мониторинг и проектирование*.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** являются «Методология организации и проведения научных исследований», «Современные проблемы и международное сотрудничество в области экологии и природопользовании», «Математическое моделирование и анализ пространственно распределенных данных в экологии и природопользовании с использованием искусственного интеллекта».

Дисциплина **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Организация, приборная и информационно-

методическое обеспечение эко-логического и агроэкологического мониторинга», «ГИС-технологии и анализ данных дистанционного зондирования в системах экологического мониторинга и проектирования».

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 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 **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** 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.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии, 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.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** составляет 3 зачетные единицы (108 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 (для 3++)	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-1.3; Имеет практический опыт работы с информационными объектами и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, создания научных текстов	- методы обработки и анализа экологической информации с целью подбора пространственных моделей, построения карт и картограмм	- использовать геостатистические модели для анализа карт и картограмм экологическому состоянию и функциональному качеству компонентов экосистем	- навыками работы с компьютером как средством управления информацией для решения профессиональных экологических задач
2.	ПКос-1	Способен решать задачи научно-исследовательской деятельности, включая планирование, организацию, проведение, приборное, методическое и информационно-методическое обеспечение экологического и агроэкологического мониторинга, инженерно-экологических изысканий в системе экологического проектирования и ОВОС	ПКос-1.2; Обладать практическими навыками планирования, организации и проведения инженерно-экологических изысканий в системе экологического проектирования и ОВОС	- возможности использования цифровой картографии пространственных данных по экологическому состоянию и функциональному качеству базовых компонентов экосистем	- создавать интерполяционные карты и картограммы на основе полученной экологической информации по объектам исследования	- геостатистическими методами обработки, анализа, синтеза экологической информации
3.		Способен решать задачи экологического проектирования и ОВОС, с использованием методов экологической цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования	ПКос-1.3 Владеть современными методами цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии	- основные модели пространственных данных и методы интерполяции; - методы цифровой картографии в области прикладной экологии, экологического картографирования и мониторинга;	- импортировать, хранить, обрабатывать, анализировать, визуализировать, экспортировать пространственные данные; - использовать методы цифровой картографии для решения задач прикладной экологии, экологического мониторинга и проектирования;	- основными методами, и способами получения, хранения, переработки и визуализации пространственных данных; - основными методами применения технологий цифровой картографии в области прикладного экологического картографирования;

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч.
		во 2 семестре
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>30,4</b>	<b>30,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>30,4</b>	<b>30,4</b>
лекции (Л)	8	8
практические занятия (ПЗ)	4/4	4/4
лабораторные работы (ЛР)	16	16
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>77,6</b>	<b>77,6</b>
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.)	50,6	50,6
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

\* 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	ПЗ/С всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
Раздел 1. Представление о цифровой картографии в экологии и почвоведении.	26	2			4	20
Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств.	28	2	2/2		4	20
Раздел 3. Семивариограмма.	26	2	2/2		4	18
Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов	25,6	2			4	19,6
консультации перед экзаменом	2			2		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4		
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>4/4</b>	<b>2,4</b>	<b>16</b>	<b>77,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>4/4</b>	<b>2,4</b>	<b>16</b>	<b>77,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

### Раздел 1. Представление о цифровой картографии в экологии и почвоведении



## **Тема 1.1. Ключевые задачи цифровой картографии и объекты исследований в экологии и почвоведении**

Основные представления о цифровой картографии. Цели, задачи, предмет и методология цифровой картографии. Становление цифровой картографии как науки. Структура современной цифровой картографии 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.

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

### **Тема 2.1. Основные модели отображения пространственного варьирования**

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.

### **Тема 2.2. Модель автокорреляции. Регионализованный переменная**

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 семивариограммы. 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.

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

Курс лекций и практических занятий включает в себя основные разделы, описание которых приведено в табл. 4.

### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 4

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

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во Часов/ из них практическая подготовка</b>
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Представление о цифровой картографии в экологии и почвоведении</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Ключевые задачи цифровой картографии и объекты исследований в экологии и почвоведении.	Лекция № 1 Основные представления о цифровой картографии. Цели, задачи, предмет и методология цифровой картографии.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2
		Лабораторная работа № 1 Становление цифровой картографии как науки. История и перспективы развития.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 2. Представление о пространственных данных.	Лабораторная работа № 2 Отличие пространственных данных от других типов объектов. Основные виды координат для пространственных данных. Особенности пространственных данных в экологии и почвоведении	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2
2.	<b>Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств</b>				<b>8/2</b>
	Тема 1. Модели пространственного варьирования <b>экологических</b> свойств.	Лекция № 2 Понятие о регионализированной переменной. Стационарность 2-го порядка. Внутренняя гипотеза. Модель автокорреляции и ее пространственный смысл. Пример расчета простейшей семивариограммы	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2
		Практическая работа № 1 Моделирование простейших пространственных изменений вдоль траншеи.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и Групповая дискуссия.	2/2
		Лабораторная работа № 3 Грамотное оформление и представление результатов исследования	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и Групповая дискуссия.	4
3.	<b>Раздел 3. Семивариограмма</b>				<b>8/2</b>
	Тема 1. Определение и основные параметры семивариограммы.	Лекция №3 Определение семивариограммы. Примеры простейших пространственных зависимостей, выраженные через семивариограмму. Определение транзитивной семивариограммы. Основные параметры семивариограммы: порог, ранг, нагетт-эффект, - и их интерпретация.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2
		Практическая работа № 2 Расчет и построение семивариограммы в программе Excel для траншеи 9 м.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 2. Семивариограмма как модель пространственных зависимостей	Лабораторная работа № 4 По варианту Лаб №1 для пространственных моделей хороплет, тренда 1-го порядка, тренда 2-го порядка, периодичности и случайных изменений признака Z вдоль траншеи построение семивариограммы.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа № 1.	2
	Тема 3. Моделирование семивариограмм.	Лабораторная работа № 5 Изучение пространственных изменений при площадном опробовании. Знакомство с программой Vesper 1.63. Построение семивариограмм и подбор оптимальной модели	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа № 2	2
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Глобальные интерполяторы	Лекция №4 Изучение графических примеров, имеющих в программе Surfer. Сравнение результатов интерполяции разными методами. Построение картограммы изолиний и поверхности для одного из почвенных показателей, когда образцы получены в результате площадного опробования, методом обратных расстояний.	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Заполнение рабочей тетради. Групповая дискуссия	2
	Тема 2. Локальные интерполяторы	Лабораторная работа № 6 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	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Защита задачи по данным своего варианта, включая заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа №3	2
	Тема 3. Кригинг как оптимальный интерполятор	Лабораторная работа № 7 Работа с пространственными объектами в пространственной среде R. Проведение интерполяции методом обратных расстояний и методом	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3	Защита задачи по данным своего варианта, включая	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		ординарного кригинга.		заполнение отчетных форм и устный опрос. Контрольная работа №4.	

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Раздел 1. Представление о цифровой картографии в экологии и почвоведении	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3
2.	Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3
3.	Раздел 3 Семивариограмма	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3
4.	Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов	УК-1.3; ПКос-1.2; ПКос-1.3

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Основные представления о цифровой картографии. Цели, задачи, предмет и методология цифровой картографии. Становление цифровой картографии как науки. История и перспективы развития.	Л  Лекция-визуализация
2.	Отличие пространственных данных от других типов объектов. Основные виды координат для пространственных данных. Особенности пространственных данных в экологии и почвоведении	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

#### Раздел 1. Представление о цифровой картографии в экологии и почвоведении

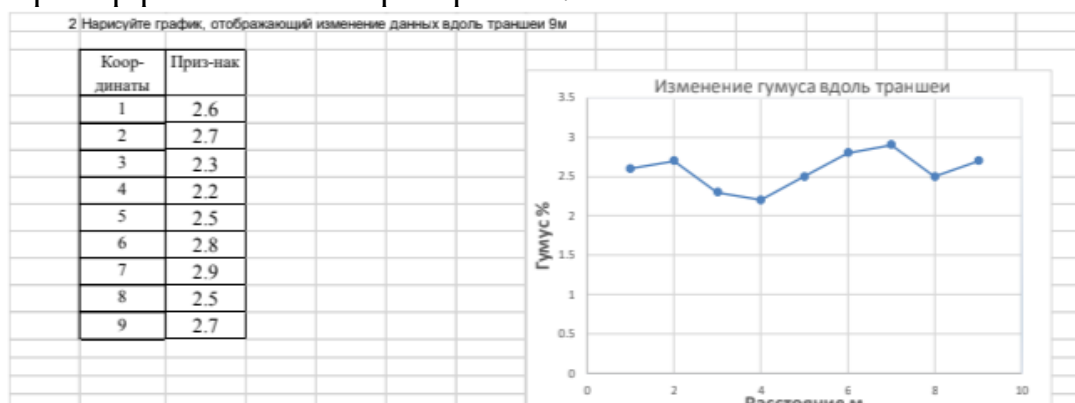
## Тема 1.1. Ключевые задачи цифровой картографии и объекты исследований в экологии и почвоведении

### Расчет простейшей семивариограммы и вариограмного облака

НАЧАЛО. На диске C или D в КОРНЕ создайте новую папку с названием DSM. Далее эту папку будем называть «свой каталог».

В сайте содержатся файлы, необходимые для занятия. Найдите свой вариант данных в файле 1\_Variants zan1\_DSM\_DVUFU.xls. В своем каталоге с помощью программы EXCEL переименуйте файл 1\_Name\_zan1\_DSM\_DVUFU\_2022.xlsx. для записи результатов анализа, указав в качестве Name свою фамилию.

#### 1. Пример расчета семивариограммы:



Заполните листочек в соответствии с предложенным шаблоном из файла 1\_Variants zan1\_DSM\_DVUFU.xls.

Заполните предложенную таблицу. Постройте график зависимости значений признака Z от расстояния вдоль траншеи. Для этого воспользуйтесь меню Вставка – График – Точечная.

Для заполнения этой таблицы нужно использовать следующую формулу:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x) - z(x+h)]^2$$

Заполните колонку «признак» данными своего варианта. Остальные колонки «запрограммируйте». Для заполнения столбиков, соответствующих шагам, используйте арифметическую разность. Для суммы используйте функцию:

СУММ (массив). Для расчета числа пар точек используйте функцию СЧЕТ(массив).

В данном случае данные должны быть сгруппированы следующим образом.

h	Гамма (от h)								
1	8.6	2.0	8.0	2.0	24.5	4.5	18.0	8.0	2.0
2	20.7	2.0	2.0	40.5	8.0	40.5	50.0	2.0	
3	24.8	0.0	12.5	18.0	2.0	84.5	32.0		
4	21.0	24.5	2.0	0.0	18.0	60.5			

Для этого нужно воспользоваться Файл -Вставить – Специальная справка. Откроется меню, где надо поставить галочку на «транспонировать».

**Критерии оценивания:** Задание считается принятым, если рассчитано верно и занесено в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

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

### **Моделирование пространственных изменений вдоль траншеи**

**ЦЕЛЬ** занятия:

1. В программе EXCEL смоделировать изменения некоторого признака  $Z$  вдоль траншеи. Длина траншеи 200м, наблюдения были сделаны через 1 м. Моделированию подлежат следующие виды изменений: случайные изменения, хороплеты, тренд 1-го порядка, тренд 2-го порядка, периодичность.

2. Для пространственных моделей хороплет, тренда 1-го порядка, тренда 2-го порядка, периодичности и случайных изменений признака  $Z$  вдоль траншеи построить семивариограммы. Длина траншеи 200м, наблюдения были сделаны через 1 м.

**НАЧАЛО.** Работайте на диске С или D в папке с названием DSM. Далее эту папку будем называть «свой каталог». В сайте содержатся файлы, необходимые для занятия. Найдите свой вариант данных. В своем каталоге с помощью программы EXCEL переименуйте файл 2\_Name\_zan2\_DSM\_2020.xlsx. для записи результатов анализа, указав в качестве Name свою фамилию.

**ДАННЫЕ.** В данном задании данные характеризуют гипотетические модели и не являются реальными данными. Длина траншеи 200м, наблюдения были сделаны через 1 м.

#### **1. СЛУЧАЙНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

Заполните колонку А значениями от 1 до 200 и назовите ее «Х». Она соответствует отсчету расстояния вдоль траншеи. В колонке В смоделируйте случайное варьирование, не зависящее от координат, используя функцию СЛЧИС(). Назовите колонку « $Z(x)$ »- от 0 до 1», так как функция СЛЧИС() порождает равномерно распределенную случайную величину, которая колеблется от 0 до 1.

Постройте график по образцу. Используйте мастер построения диаграмм.

В колонке. С аналогичным образом смоделируйте диапазон 2, соответствующий Вашему варианту. Для этого используйте функцию

$$= a1 * \text{СЛЧИС}() + a2.$$

Коэффициенты  $a1$  и  $a2$  подберите сами. Например, диапазону от 5 до 8 соответствует функции  $= 5 + \text{СЛЧИС}() * 3$ .

Постройте график по образцу или скопируйте график, созданный ранее, и переопределите диапазон значений.

Заполните колонку А значениями от 1 до 200 и назовите ее «Х». Она соответствует отсчету расстояния вдоль траншеи. В колонке В смоделируйте изменения вдоль траншеи, соответствующие хороплетам. Число хороплет и диапазон, в котором они изменяются, заданы Вашим вариантом.

Например, на рис.1 видно, что вдоль траншеи выделяется 6 хоропплет, а свойство варьирует от 3 до 9. В колонке С смоделируйте ситуацию, когда в каждой хоропплете присутствует небольшое случайное варьирование. Для этого добавьте к значению в колонке В функцию СЛЧИС(), умноженную на произвольное число а. Например, в примере это функция =B2+СЛЧИС()\*2.

В колонке D смоделируйте ситуацию, когда случайное варьирование так велико, что перекрывает варьирование, связанное с хоропплетами. Для этоо добавьте к значению в колонке В функцию СЛЧИС(), умноженную на произвольное число а2. Например, в примере это функция =B2+СЛЧИС()\*7.

Постройте графики по образцу или скопируйте график, созданный ранее, и переопределите диапазон значений. Все графики должны содержать заголовки и по осям Х и Y должны быть одни и т е же диапазоны.

Заполните колонку А значениями от 1 до 200 и назовите ее «Х». Она соответствует отсчету расстояния вдоль траншеи. В колонке В смоделируйте изменения вдоль траншеи, соответствующие тренду. Тренд – это постепенное изменения свойства вдоль траншеи. Тренд 1-го порядка соответствует линейным изменениям, заданным уравнением  $Z(x) = b1 * X$ .

Значения коэффицента b1 указаны в варианте.

В колонке С смоделируйте ситуацию, когда помимо тренда присутствует небольшое случайное варьирование. Для этого добавьте к значению в колонке В функцию СЛЧИС(), умноженную на произвольное число а.

В колонке D смоделируйте ситуацию, когда случайное варьирование так велико, что перекрывает варьирование, связанное с трендом. Постройте графики по образцу или скопируйте график, созданный ранее, и переопределите диапазон значений.

Заполните колонку А значениями от 1 до 200 и назовите ее «Х». Она соответствует отсчету расстояния вдоль траншеи.

В колонке В смоделируйте изменения вдоль траншеи, соответствующие тренду 2-го порядка. Тренд 2-го порядка соответствует криволинейному изменению, заданному уравнением  $Z(x) = b1 * X + b2 * X^2$ . Значения коэффицентов b1 и b2 указаны в варианте.

В колонке С смоделируйте ситуацию, когда помимо тренда присутствует небольшое случайное варьирование. Для этого добавьте к значению в колонке В функцию СЛЧИС(), умноженную на произвольное число а.

В колонке D смоделируйте ситуацию, когда случайное варьирование так велико, что перекрывает варьирование, связанное с трендом.

Постройте графики по образцу или скопируйте график, созданный ранее, и переопределите диапазон значений.

Заполните колонку А значениями от 1 до 200 и назовите ее «Х». Она соответствует отсчету расстояния вдоль траншеи.

В колонке В смоделируйте изменения вдоль траншеи, соответствующие периодическим изменениям, заданным синусом или косинусом (в зависимости от варианта). Уравнение имеет вид  $Z(x) = a1 + \sin(b1 * X)$  или  $Z(x) = a1 + \cos(b1 * X)$ .

Значения коэффицентов a1(смещение) и b1 указаны в варианте.



В колонке С смоделируйте ситуацию, когда помимо периодических изменений присутствует небольшое случайное варьирование. Для этого добавьте к значению в колонке В функцию СЛЧИС(), умноженную на произвольное число а.

В колонке D смоделируйте ситуацию, когда случайное варьирование так велико, что перекрывает (полностью или почти) варьирование, связанное с периодическими изменениями.

Постройте графики по образцу или скопируйте график, созданный ранее, и переопределите диапазон значений.

Заполните колонку А значениями от 1 до 200 и назовите ее «Х». Она соответствует отсчету расстояния вдоль траншеи.

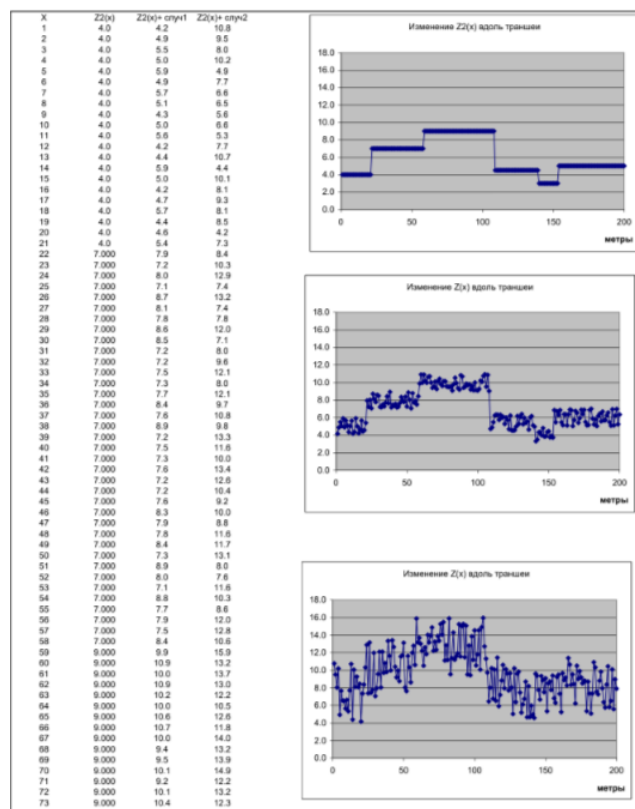
В колонке В смоделируйте изменения вдоль траншеи, соответствующие сумме тренда 1-го порядка и периодичности, например,  
 $Z(x) = c1 * X + \sin(d1 * X) * N$

Для комбинированной модели сделайте 2 варианта: подберите коэффициент N, чтобы в первом варианте доминировала 1-ая составляющая модели (колонка В), а во втором – вторая (колонка С). Подбор коэффициентов начните с коэффициента N=10.

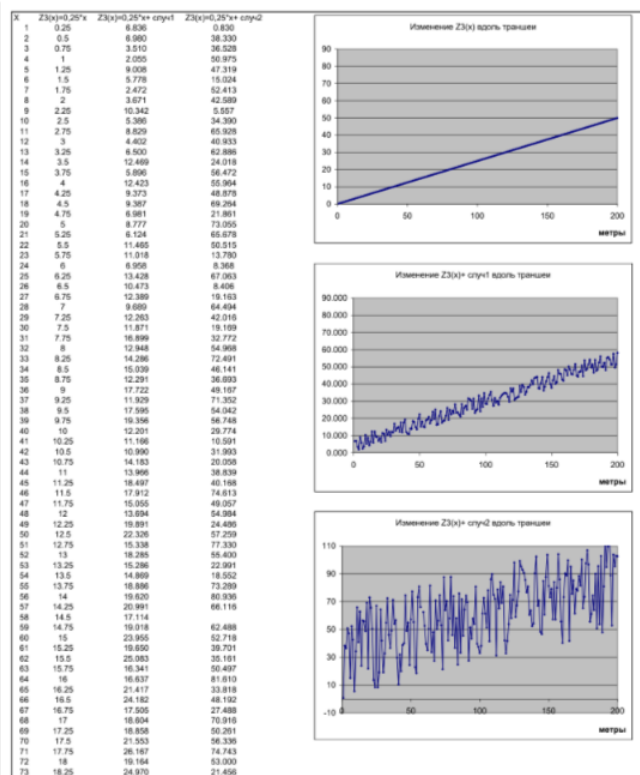
В колонке D смоделируйте ситуацию, когда к любой из комбинированных моделей добавлена случайная составляющая. Постройте графики по образцу или скопируйте график, созданный ранее, и переопределите диапазон значений.

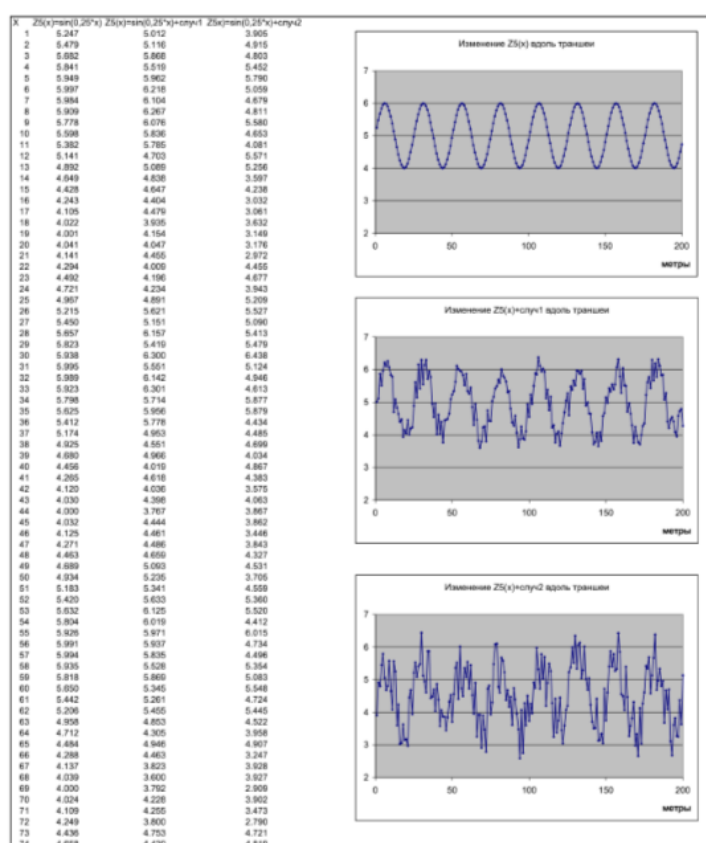
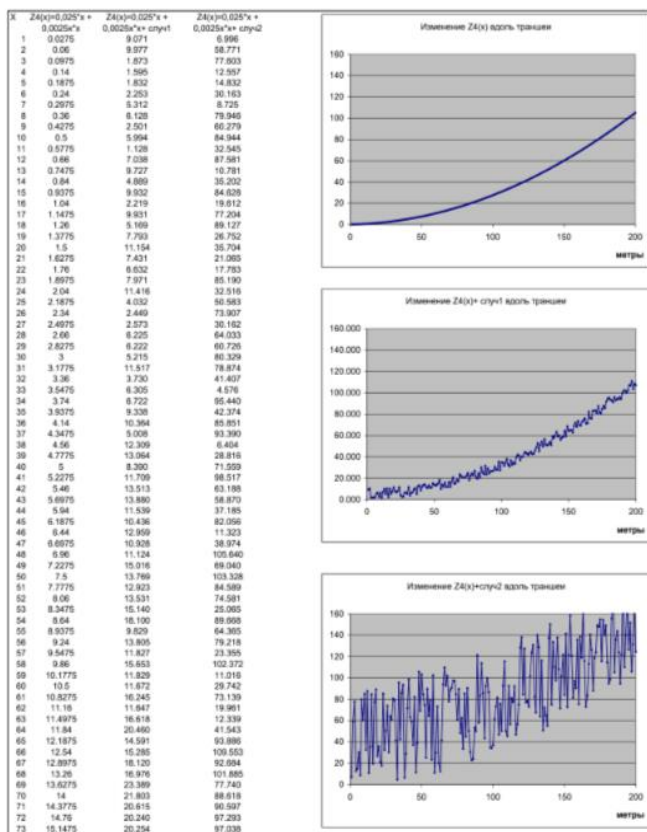
Примеры выполнения задания:

Хорошлеты



Тенд 1-го порядка





## Критерии оценивания: Задание

считается принятым, если рассчитано верно и занесено в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

## Раздел 2. Модели пространственного варьирования экологических свойств.

### Тема 2.1. Основные модели отображения пространственного варьирования

Название программы Vesper (Variogram Estimation and Spatial Prediction plus Error) переводится как – оценка вариограммы и пространственные интерполяции с ошибкой предсказания.

Запустите программу Vesper 1.63. Для этого в директории, где установлена программа, запустите файл Vesper Interface.exe. Появится заставка с информацией о программе.

Откройте вкладку «Files». В Directory: укажите путь к директории с Вашими данными и выберите файл kelso.txt. Это файл, где содержится пример, поставляемый с программой. Первые два столбца – это координаты. Третий столбец – содержание крупной пыли (в %), 4-ый – содержание глины (в %).

Нажмите кнопку Select data. Эта функция нужна для проверки того, что данные считываются правильно и для выбора нужной переменной. В отдельном окне появятся данные: первые два столбца - это координаты X и Y, считанные с GPS, третий и четвертый столбцы - почвенные свойства. Выберите 3-ый столбец. С помощью кнопки ... , расположенной напротив надписи Output directory, настройте директорию, куда будут записываться данные. На этой же панели можно менять названия файлов, где записываются результаты. Если

названия файлов не менять, то при каждом расчете будет происходить перезапись.

Создайте файл отчета по задаче 3 так, чтобы название содержало Вашу фамилию. Сделайте в нем несколько листочков. Перейдите на вкладку Variogram. Выберите точкой локальное построение вариограммы Local variogram, затем укажите точкой Compute variogram, число шагов (No. of lags) 20 и определите максимальное расстояние (define max distance), поставив галочку и указав 400.

Для запуска расчетов нажмите кнопку Fit Variogram. Появится следующая панель: Сначала нажмите кнопку Select Data. Подтвердите, что свойство находится в 3-ем столбце. Можно задавать различные параметры расчета вариограммы на панели Variogram Calculation. Проверьте, что число шагов (No. of lags) равно 50 и максимальное расстояние (define max distance) указано 500. Для построения вариограммы нажмите кнопку Calculate Variogram. Начнется процесс расчета вариограммы. Когда расчет закончится, появится картинка, где точками изображена эмпирическая вариограмма, а линией - ее модель. Цвет точек показывает количество пар точек, находящихся на данном расстоянии. На панели появятся параметры вариограммы: наггет-эффект (Nugget), порог-наггет (C1) и ранг (A1).

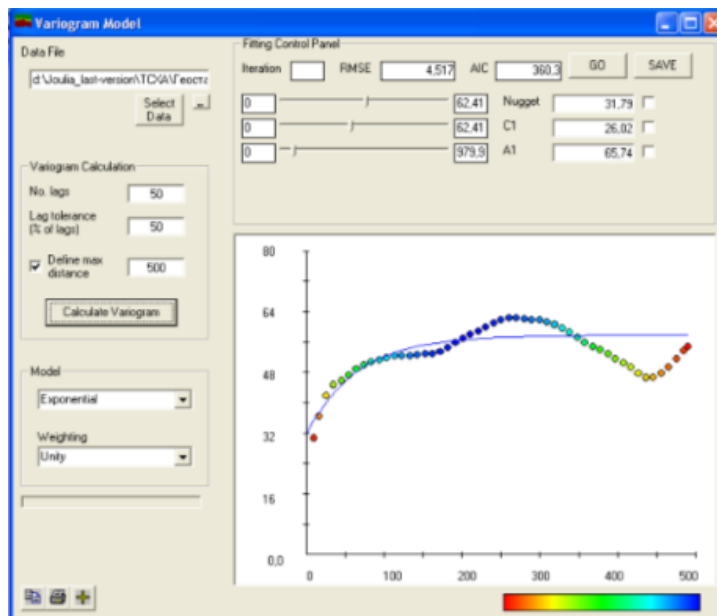
Нажмите на значок крестика (в левом нижнем углу). Можно задавать различные модели вариограмм на панели Model, а также задать способ вычисления весов для семивариограммы. Используйте значение Unity (единица) на вкладке Weighting (взвешивание).

Картинку можно распечатать, нажав на значок принтера. Определить координаты точек на рисунке, нажав на значок крестика или сохранить рисунок, нажав на 3-ий значок. Сохраните данный рисунок в отчете на 2-ой странице файла отчета.

Измените максимальное расстояние до 150. Постройте новую семивариограмму.

Сохраните параметры данной модели в файле, нажав на клавишу Save.

Измените произвольным образом параметры с помощью рычажков и нажмите на клавишу GO. Примеры выполнения задания:



**Критерии оценивания:** Задание считается принятым, если рассчитано верно и занесено в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

## Тема 2.2. Модель автокорреляции. Регионализированная переменная

Для одного из свойств, соответствующих варианту, необходимо построить в среде R

1) Картограмму распределения данного свойства методом обратных расстояний;

2) Гистограмму свойства, проверить на нормальность, если свойство не дает симметричную гистограмму, то применить преобразование – извлечь корень;

3) Картограмму распределения данного свойства методом ординарного кригинга. Если было преобразование, то необходимо учесть это при визуализации интерполяции.

```
## считываем данные из текстового файла с расширением csv,
## где разделитель запятая и есть заголовок
alldata = read.table("data_zan5.csv", sep=",", header=TRUE)
# создаем растр по координатам его краев и числу колонок/строк,
# заполненный единицами
mask_1 = raster (nrows=101, ncols=101, xmn=0, xmx=202, ymn=1,
ymx=203, vals=1)
plot(mask_1) # проверяем, что получилось
# переводим растр в формат маски
mask <- as(mask_1, 'SpatialGridDataFrame')
plot(mask) # проверяем, что получилось
summary(mask)
##проверка на дубликаты
zerodist(alldata)
# удаление дубликатов
alldata=remove.duplicates(alldata, zero = 0.0, remove.second = TRUE,
```

```

memcmp = TRUE)
vgmpb
par(mfrow=c(1,1))
shapiro.test(alldata$k2o)
vgmpb
vgmpb$psill=c(9,12);vgmpb
vgmpb$range[2] = 15;vgmpb
#Зададим длину вариограммы и длину шага
vgpb <- variogram(gpb, cutoff=400, width=25)
plot(vgpb, pch = 19, cex=1)

```

**Критерии оценивания:** Задание считается принятым, если рассчитано верно и занесено в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

### Раздел 3. Семивариограмма.

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

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

1. Схема пробоотбора:
  - a. 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.

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

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

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

**Критерии оценивания:** Задание считается принятым, если таблица заполнена верно и занесена в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

#### Тема 3.3. Моделирование семивариограмм.

Первый листок назовите «данные» и сформируйте данные своего варианта, содержащие 4 колонки – координаты X и Y, свойство 1 и свойство 2.

Постройте график по координатам X и Y (учитывая размеры участка 200 на 200 метров), чтобы посмотреть схему пробоотбора. График должен быть оформлен, как показано ниже. Обязательно проведите вертикальные и горизонтальные деления через 20 м.

Сохраните страницу с данными файла Excel со своим вариантом как текстовый файл с расширением .txt. Откройте этот новый файл с помощью Блокнота,

- 1) удалите 1-ую строчку именами переменных
- 2) замените запятые на точки, затем сохраните.
- 3) Откройте еще раз. Убедитесь, что файл выглядит правильно

Откройте файл в программе Vesper. Убедитесь, что данные считываются правильно. Постройте с помощью программы Vesper семивариограмму для своих данных. Так как площадка 200 на 200 м, то максимальное расстояние для семивариограммы составляет 141 м. Выберите модель. Если есть необходимость, задайте один из параметров семивариограммы (ранг A1 или наггет-эффект).

Выберите модель. Если есть необходимость, задайте один из параметров семивариограммы (ранг A1 или наггет-эффект).

Картинку можно сохранить с помощью знака «плюс» или с помощью клавиши PrtScr (Print Screen) клавиатуры.

Сохраните любым способом картинку для каждого из свойств, вставьте ее отчет Excel и подпишите. Нажмите на кнопку Save и сохраните данные расчетов в текстовом файле var<фамилия, св-во>.txt. Откройте этот файл в блокноте выделите все.

В файле отчета создайте лист и скопируйте на него (начиная с колонки A) текст из блокнота. Этот непрерывный текст Вам нужно разделить на колонки.

Для этого выделите столбец A. Нажмите Данные – Текст по столбцам. В появившемся меню, выберите «с разделителями». Затем укажите разделитель – «пробел».

Колонки для построения семивариограммы готовы. Добавьте пустую строку между заголовком и цифрами.

В качестве X выберите расстояние (Distance), Y1 – Gamma (точки наблюдаемой семивариограммы) изобразите точками, Y2 – Fitted (модель семивариограммы) изобразите линией. Тип диаграммы выберите «точечная».

Укажите значение 0,1 в колонке Distance на пустой строке, и подберите такое значение модели, чтобы линия была гладкой.

Оформите график в соответствии с рисунком: выберите нужный масштаб, подпишите оси. В таком виде график можно вставлять в статью, в курсовую работу или диссертацию. Поместите рядом семивариограмму, построенную в программе Vesper.

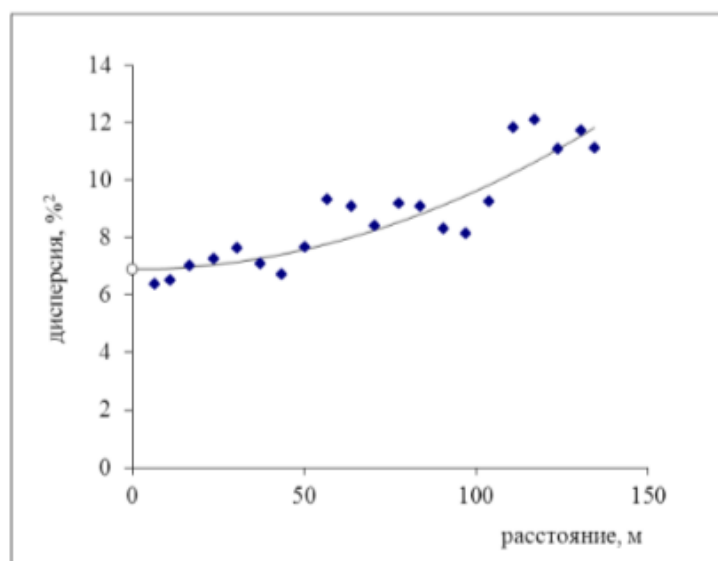
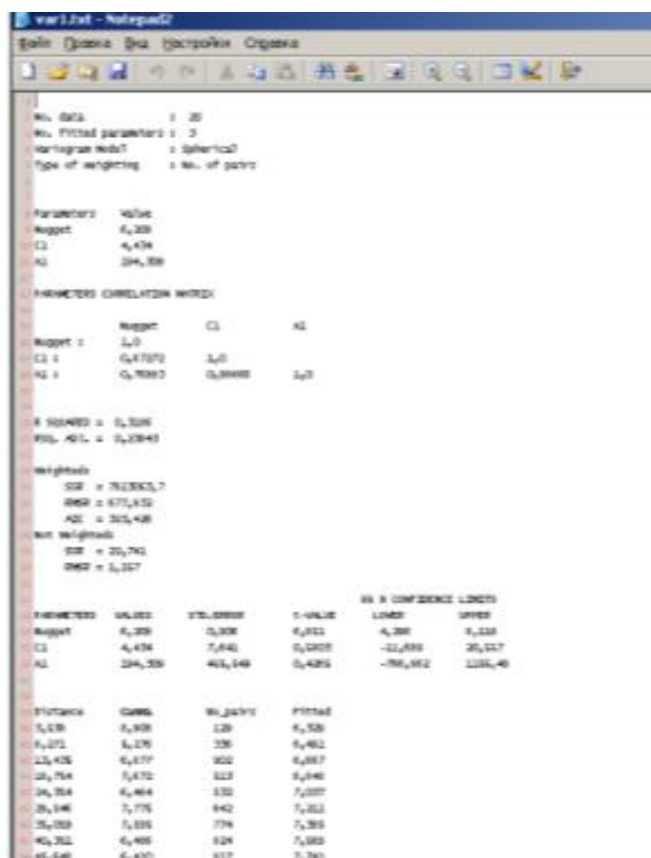
Колонки для построения семивариограммы готовы. Добавьте пустую строку между заголовком и цифрами.

В качестве X выберите расстояние (Distance), Y1 – Gamma (точки наблюдаемой семивариограммы) изобразите точками, Y2 – Fitted (модель семивариограммы) изобразите линией. Тип диаграммы выберите «точечная».

Укажите значение 0,1 в колонке Distance на пустой строке, и подберите такое значение модели, чтобы линия была гладкой.

Оформите график в соответствии с рисунком: выберите нужный масштаб, подпишите оси. В таком виде график можно вставлять в статью, в курсовую

работу или диссертацию. Поместите рядом семивариограмму, построенную в программе Vesper. Примеры выполнения задания:



**Критерии оценивания:** Задание считается принятым, если таблица заполнена верно и занесена в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

## Раздел 4. Основные виды пространственных интерполяторов

### Тема 4.1. Глобальные интерполяторы.

Данные представляют собой результат опробования участка 0,4 га в Чашниково на окультуренных дерново-подзолистых почвах Московской области. Было отобрано 180 образцов из пахотного горизонта по случайно-регулярной сетке с добавлением 16 гнезд по 4 точки.

Опробование проводилось в 3 срока (с интервалом 2 года). В образцах определяли содержание гумуса (%), обменного кальция и магния (ммоль(+)/100 г почвы) и подвижного фосфора (мг/100 г почвы).

#### Задача:

Для одного из свойств, соответствующих варианту, необходимо построить в среде R

1) Картограмму распределения данного свойства методом обратных расстояний

2) Гистограмму свойства, проверить на нормальность, если свойство не дает симметричную гистограмму, то применить преобразование – извлечь корень

3) Картограмму распределения данного свойства методом ординарного кригинга. Если было преобразование, то необходимо учесть это при визуализации интерполяции.

```
## считываем данные из текстового файла с расширением cvs,  
## где разделитель запятая и есть заголовок  
alldata = read.table("data_zan5.csv", sep=",", header=TRUE)  
# создаем растр по координатам его краев и числу колонок/строк,  
заполненный единицами  
mask_1 = raster (nrows=101, ncols=101, xmn=0, xmx=202, ymn=1,  
ymx=203, vals=1)  
plot(mask_1) # проверяем, что получилось  
# переводим растр в формат маски  
mask <- as(mask_1, 'SpatialGridDataFrame')  
plot(mask) # проверяем, что получилось  
summary(mask)  
##проверка на дубликаты  
zerodist(alldata)  
# удаление дубликатов  
alldata=remove.duplicates(alldata, zero = 0.0, remove.second = TRUE,  
memcmp = TRUE)  
vgmpb  
model psill range  
1 Nug 4500 0  
2 Sph 30000 600  
par(mfrow=c(1,1))  
тесту  
shapir0.test(alldata$k2o)  
vgmpb  
model psill range  
1 Nug 4500 0  
2 Sph 30000 600  
vgmpb$psill=c(9,12);vgmpb  
model psill range  
1 Nug 9 0.0000  
2 Sph 12 342.1217  
vgmpb$range[2] = 15;vgmpb  
model psill range  
1 Nug 9 0  
2 Sph 12 15  
#Зададим длину вариограммы и длину шага  
vgpb <- variogram(gpb, cutoff=400, width=25)
```



```
plot(vgpb, pch = 19, cex=1)
```

**Критерии оценивания:** Задание считается принятым, если таблица заполнена верно и занесена в excel документ; в противном случае оно возвращается на доработку.

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

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?

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

Задача данного занятия состоит в том, чтобы задать объект, с которым работает пакет gstat, а затем с помощью пакета gstat, провести интерполяцию (предсказать содержание свинца в точках, где не было пробоотбора) методом обратных расстояний, затем построить семивариограмму, подобрать параметры модели, описывающие эту семивариограмму и провести интерполяцию методом ординарного кригинга.

Для начала работы необходимо проверить рабочую директорию, подключить необходимые библиотеки (они должны были быть загружены на предыдущем занятии), загрузить данные со значениями содержания свинца в точках пробоотбора, определить переменные x и y как координаты.

```
# проверим директорию
getwd()
rm(list=ls()) #очистим рабочую память
# подключим библиотеки
library(sp)
library(rgdal)
library(maptools)
library(gstat)
library(rgeos)
library(MASS)
#загрузим исходные данные
geul <- read.table("geuldata.txt", header = TRUE)
# проверим любой командой, что они загрузились
geul$pb
## определим x и y в качестве координат
coordinates(geul) <- ~x+y
# считываем маску
mask <- readGDAL("geul_mask.txt")
Проводим интерполяцию методом обратных расстояний.
#в переменную geul.idw записываем результаты интерполяции
# IDW (метод обратных расстояний), когда не указана модель
вариограммы
geul.idw <- krige(formula = pb~1, locations = geul, newdata = mask)
```

После выполнения команды появиться сообщение, какое? Перепишите это сообщение в тетрадь и переведите.

Посмотрим, что собой представляет переменная `geul.idw`. Для этого, посмотрим, сколько переменных там содержится и какие они.

```
names(geul.idw)
summary(geul.idw)
spplot(geul.idw)
spplot(geul.idw, zcol = "var1.pred", col.regions = bpy.colors(),
xlim=c(190200,191300), ylim=c(314300,315600), main="Распределение Pb
[ppm], предсказанное с помощью метода обратных расстояний")
spplot(geul.idw, zcol = "var1.pred", col.regions = bpy.colors(),
xlim=c(190200,191300), ylim=c(314300,315600),
main="Распределение Pb [ppm], предсказанное с помощью
метода обратных расстояний",
scales=list(draw=T))
riverline <- readShapeLines("river_line.shp")
#Можно воспользоваться и командой readOGR
# riverline <- readOGR("river_line.shp")
spplot(geul.idw, zcol = "var1.pred", col.regions = bpy.colors(),
xlim=c(190200,191300), ylim=c(314300,315600),
main="IDW Pb predictions [ppm] with river", scales=list(draw=T),
sp.layout = list("sp.lines", riverline, col="olivedrab", lwd=4))
spplot(geul.idw, zcol = "var1.pred", col.regions = bpy.colors(),
xlim=c(190200,191300), ylim=c(314300,315600),
main="IDW Pb predictions [ppm] with river",
sp.layout = list("sp.lines", riverline, col="lightblue", lwd=2))
# получение справки
?gstat
# определение объекта пакета gstat
gpb = gstat(formula = pb~1, data = geul)
# вспомните, что это такое
gpb
# рассчитайте и нарисуйте экспериментальную семивариограмму
vgpb <- variogram(gpb)
plot(vgpb)
vgpb1= variogram(gpb, cloud=TRUE)
plot (vgpb1)
plot(vgpb, plot.nu=TRUE)
plot(vgpb, plot.nu= TRUE, pch = 16)
vgpb
# задайте начальные значения для модели вариограммы и ее тип
vgmpb <- vgm(nugget = 5000, psill = 25000, range = 400, model = "Sph")
vgmpb
plot(vgpb, vgmpb)
# подбираем модель вариограммы
vgmpb <- fit.variogram(vgpb, vgmpb, fit.method=7)
```

```

plot(vgpb, vgmpb)
vgmpb
# загрузка маски
mask <- readGDAL("geul_mask.txt")
# ординарный точечный кригинг
geul.krig <- krige(formula = pb~1, locations = geul, newdata = mask, model
= vgmpb)
names(geul.krig)
summary(geul.krig)
= vgmpb)
names(geul.krig)
summary(geul.krig)
spplot(geul.krig, zcol=c("var1.pred","var1.var"))
spplot(geul.krig, zcol = "var1.pred", col.regions = bpy.colors(),
xlim=c(190200,191300), ylim=c(314300,315600), main="Предсказанное
распределение Pb [ppm]")
geul.krig$ldw=geul.idw$var1.pred
names(geul.krig)
spplot(geul.krig, zcol=c("var1.pred","ldw"))
geul.krig$var1.sd <- sqrt(geul.krig$var1.var)
spplot(geul.krig, zcol = "var1.sd", col.regions = bpy.colors(), main="st dev
[ppm]", xlim=c(190200,191300), ylim=c(314300,315600),
sp.layout=list("sp.points",geul, pch=1, cex=2))

```

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

1. Основные представления о цифровой картографии. Базовые понятия и термины. История и перспективы развития.
2. Каковы предпосылки развития цифровой картографии в экологии?
3. Что такое цифровой картографии?
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 кригинга 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 кригинга?
31. Какие задачи в области экологии и природопользования можно решить, используя методы цифровой картографии?
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 расчеты по цифровой картографии?
37. Что можно сказать о сравнении кригинга 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 практических занятиях – с помощью выполнения заданий своего варианта и письменных ответов на контрольные вопросы и оформлении результатов работы в виде краткого отчета.

- На лабораторных занятиях – с помощью выполнения индивидуальных работ и оформления результатов работы в лабораторную тетрадь.

#### **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 20 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
<b>P1-Л1</b>	10	5	0	0	0	0	0	0	0
<b>P1-Л2</b>	10	5	0	0	0	0	0	0	0
<b>P2-ПР1</b>	10	5	5	0	0	0	0	0	0
<b>P2-Л3</b>	10	5	5	0	0	0	0	0	0
<b>P3-Л4</b>	10	10	5	5	0	0	0	0	0
<b>P3-ПР2</b>	10	10	5	5	0	0	0	0	0
<b>P3-ПР3</b>	10	10	10	5	5	0	0	0	0
<b>P3-ПР4</b>	10	10	10	5	5	0	0	0	0
<b>P3-ПР5</b>	10	10	10	10	5	5	0	0	0
<b>P4-ПР6</b>	10	10	10	10	10	10	5	5	0
<b>P4-ПР7</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	10
<b>P4-ПР8</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	10

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max}=100+20+10*10+2*20=240$

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.

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

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
240-198	Отлично
197-158	Хорошо
157-124	Удовлетворительно
123-0	Неудовлетворительно

Студенты, набравшие 240-198 баллов, получают оценку «отлично» по экзамену («экзамен - автомат»), на основании отличной работы в течение семестра и хороших результатов тестирования.

Студенты, набравшие 197-158 баллов, могут повысить свою оценку в ходе экзамена, развернуто ответив на вопросы, входящие в список вопросов. Рекомендованных для экзамена.

Студенты, набравшие 123 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. Дрофа, О. В. ГИС в экологии и техносфере: практикум : учебное пособие / О. В. Дрофа, Л. В. Коржова. — Омск : Омский ГАУ, 2025. — 117 с. — ISBN 978-5-907872-26-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/482036>

2. Емельянова, Л. Г. Биогеографическое картографирование : учебник для вузов / Л. Г. Емельянова, Г. Н. Огуреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 108 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07320-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562036>

3. Огуреева, Г. Н. Экологическое картографирование : учебное пособие для вузов / Г. Н. Огуреева, Т. В. Котова, Л. Г. Емельянова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 138 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20624-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558477>

4. Пантюшин, В. А. Дистанционное зондирование и фотограмметрия: оценка качества материалов цифровой аэрофотосъемки : учебное пособие для вузов / В. А. Пантюшин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 109 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20723-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558655>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Гиндемит, А. М. Картография почв : учебное пособие / А. М. Гиндемит, М. Р. Шаяхметов. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 81 с. — ISBN 978-5-89764-723-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176588>
2. Картавцева, Е. Н. Графическая обработка результатов полевых измерений с использованием САПР и ГИС-технологий : учебное пособие / Е. Н. Картавцева. — Томск : ТГАСУ, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-93057-980-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/231461>
3. Косолапов, Е. В. Метрология : учебное пособие / Е. В. Косолапов. — Киров : ВятГУ, 2024. — 124 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/457685>
4. Матушкин, А. С. Цифровая картография : учебное пособие / А. С. Матушкин. — Киров : ВятГУ, 2017. — 121 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164419>
5. Прохорова, Н. В. Математическое моделирование в биологии и экологии : учебное 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>
6. Суворова, Г. М. Информационные технологии в управлении средой обитания : учебник для вузов / Г. М. Суворова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14062-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567674>
7. Федотов, А. И. Метрология : учебник для вузов / А. И. Федотов, С. К. Лисин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 168 с. — ISBN 978-5-507-53203-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/478223>

## 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

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 стульев
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

*\* Специальные помещения – учебные лаборатории, кабинеты, учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.*

*Помещения для самостоятельной работы – аудитории для проведения планируемой учебной, учебно-исследовательской, научно-исследовательской работы студентов, выполняемой во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.*

*\*\* Наименование оборудования, которым оснащены специальные помещения и помещения для самостоятельной работы, необходимо указывать в строгом соответствии с инвентаризационной ведомостью. Для практической подготовки обучающихся используется оборудование и технические средства: указать какие.*

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

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.



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

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить конспект пропущенной лекции или занятия и ответить на поставленные вопросы по пропущенным темам. Время отработки пропущенных занятий устанавливается по предварительной договоренности с преподавателем.

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

Дисциплина **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** позволяет студентам углубить знания по одному из разделов экологии, имеющему важное практическое значение всех протекающих процессов на земле и находить способы управления ими.

Одной из форм проведения занятий является практическое занятие. Это один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. При разработке методики практических занятий важное место занимает вопрос о взаимосвязи между практическим занятием и лекцией, самостоятельной работой студентов, о характере и способах такой взаимосвязи. Практическое занятие не должно повторять лекцию, и, вместе с тем, его руководителю необходимо сохранить связь принципиальных положений лекции с содержанием практического занятия.

При условии соблюдения требований методики их проведения практические занятия выполняют многогранную роль: стимулируют регулярное изучение студентами первоисточников и другой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные студентами при прослушивании лекции и самостоятельной работе над литературой; расширяют круг знаний благодаря выступлениям сокурсников и преподавателя на занятии; позволяют студентам проверить правильность ранее полученных знаний, вычленив в них наиболее важное, существенное; способствуют превращению знаний в твердые личные убеждения, рассеивают сомнения, которые могли возникнуть на лекциях и при изучении литературы, что особенно хорошо достигается в результате столкновения мнений, дискуссии; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления по теоретическим вопросам, оттачивают мысль, приучают студентов свободно оперировать терминологией.

Выбор формы практического занятия по Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии зависит от ряда факторов:

- от содержания темы и характера рекомендуемых по ней источников и пособий, в том числе и от их объема;
- от уровня подготовленности, организованности и работоспособности данной семинарской группы, ее специализации и профессиональной направленности;

Избранная форма практического занятия призвана обеспечить реализацию всех его функций: познавательной, воспитательной, контроля.

В практике практических занятий в вузах можно выделить ряд форм: развернутая беседа, обсуждение докладов, теоретическая конференция, комментированное чтение, упражнения на самостоятельность мышления и другие.

Использование интерактивных форм и методов на уроках являются актуальной проблемой современного вуза и, вероятно, наступает эпоха расцвета интерактивных методов обучения. ФГОС ВО студентов всех направлений делают обязательным использование именно активных методов обучения. Активные методы обучения являются одним из наиболее эффективных средств вовлечения студентов в учебно-познавательную деятельность.

Интерактивный – означает способность взаимодействовать или находится в режиме беседы, диалога. Следовательно, интерактивное обучение – диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие педагога и студента.

Одним из условий, обеспечивающих успех практических занятий, является совокупность определенных конкретных требований к выступлениям студентов. Эти требования должны быть достаточно четкими и в то же время не настолько регламентированными, чтобы сковывать творческую мысль, насаждать схематизм. Перечень требований к любому выступлению студента примерно таков: 1) связь выступления с предшествующей темой или вопросом. 2) раскрытие сущности проблемы. 3) методологическое значение для научной, профессиональной и практической деятельности.

Важнейшие требования к выступлениям студентов - самостоятельность в подборе фактического материала и аналитическом отношении к нему, умение рассматривать примеры и факты во взаимосвязи и взаимообусловленности, отбирать наиболее существенные из них.

Приводимые примеры и факты должны быть существенными, по возможности перекликаться с профилем обучения и в то же время не быть слишком «специализированными». Примеры из области наук, близких к будущей специальности студента, из сферы познания, обучения поощряются руководителем семинара. Выступление студента должно соответствовать требованиям логики. Четкое вычленение излагаемой проблемы, ее точная формулировка, неукоснительная последовательность аргументации именно данной проблемы, без неоправданных отступлений от нее в процессе обоснования, безусловная доказательность, непротиворечивость и полнота аргументации, правильное и содержательное использование понятий и терминов.

Желательно, чтобы студент излагал материал свободно. Прикованность к конспекту, объясняется обычно следующими причинами: а) плохо продумана структура изложения, вопрос не осмыслен во всей его полноте, студент боится потерять нить мыслей, нарушить логическую последовательность высказываемых положений, скомкать выступление; б) недостаточно развита культура устной речи, опасение говорить «коряво» и неубедительно; в) материал списан из учебных пособий механически, без достаточного осмысливания его; г) как исключение, материал списан у товарища или же используется чужой конспект.

Любая из перечисленных причин, за исключением второй, говорит о поверхностной или же просто недобросовестной подготовке студента к занятию.

Важно научить студентов во время выступления поддерживать постоянную связь с аудиторией, быстро, не теряясь, реагировать на реплики, вопросы, замечания, что дается обычно не сразу, требует постоянной работы над собой. Выступающий обращается к аудитории, а не к преподавателю, как школьник на уроке. Контакт со слушателями - товарищами по группе - помогает студенту лучше выразить свою мысль, реакция аудитории позволяет ему почувствовать сильные и слабые стороны своего выступления. Без «обратной связи» со слушателями выступление студента - это разговор с самим собой, обращение в пустоту; ему одиноко и неудобно за кафедрой, поэтому на занятиях неплохо ввести в традицию анализ не только содержания выступлений, но и их формы - речи, дикции, поведения за кафедрой, характера общения с аудиторией.

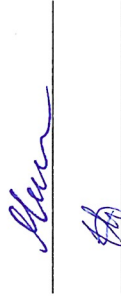
Добиваясь внимательного и аналитического отношения студентов к выступлениям товарищей, руководитель практического занятия заранее ставит их в известность, что содержательный анализ выступления, доклада или реферата он оценивает так же высоко, как и выступление с хорошим докладом. Вопросы доклада задают прежде всего студенты.

{Этот раздел включает: описание специфики дисциплины, рекомендации по применению методов преподавания, выбору организационных форм и средств обучения по темам дисциплины; описание особенностей организации самостоятельной работы студентов и т.п.}

Программу разработал (и):

Мешалкина Ю.Л., к.с.-х.н., доцент

Илюшкова Е.М., старший преподаватель



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии»

ОПОП ВО по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, направленность  
Экологический мониторинг и проектирование  
(квалификация выпускника – магистр)

Борисовым Борисом 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 работ чей программы дисциплины **Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии** 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, старший преподаватель кафедры экологии).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 05.04.06 – «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.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 05.04.06 – «Экология и природопользование».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» закреплено 3 компетенций. Дисциплина «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» 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.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 4).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» 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.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» предполагает 2 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 05.04.06 – «Экология и природопользование».

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний, 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 ФГОС ВО направления 05.04.06 – «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 – 4 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.04.06 – «Экология и природопользование».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» 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.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.В.04 Методы цифровой картографии, пространственного анализа и моделирования в экологии» ОПОП ВО по направлению 05.04.06 – «Экология и природопользование», направленность «Экологический мониторинг и проектирование» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Мешалкиной Юлией Львовной, доцентом кафедры экологии, кандидатом сельскохозяйственных наук, Илюшковой Еленой Михайловной, старший преподаватель 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



« 24 » 06.25