

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Отделение развития территорий



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Геостатистический анализ БЗ.ДВ.1**

Направление подготовки: 021300.62 - Картография и геоинформатика

Профиль подготовки: Геоинформатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Савельев А.А., Чижикова Н.А.

**Рецензент(ы):**

Мухарамова С.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института управления, экономики и финансов (отделение развития территорий):

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 229814

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Савельев А.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Anatoly.Saveliev@kpfu.ru ; доцент, к.н. Чижикова Н.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Nelly.Chizhikova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Геостатистический анализ являются знакомство с теоретическими основами геостатистического анализа пространственных данных, и приобретение практических навыков их применения для решения прикладных задач.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 021300.62 Картография и геоинформатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина относится к ДВ1 Дисциплины по выбору разделу (циклу) ООП и развивает представление о теории вероятностей, статистических методах, и их применении для анализа количественных пространственных данных. Для ее освоения нужны знания из курсов "Информатика", "Теория вероятностей и математическая статистика", "Геоинформационные системы". Знания, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для выполнения выпускной работы.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-21 (профессиональные компетенции)	владеть методами математико-статистического моделирования, автоматизированного дешифрирования, автоматизированной классификации и компьютерными технологиями подготовки карт к изданию

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы линейной геостатистики, формализацию изучаемого явления в рамках вероятностной (стохастической) модели, основные алгоритмы геостатистического анализа и моделирования пространственных данных.

2. должен уметь:

Применять методы геостатистического анализа для решения практических задач.

3. должен владеть:

Соответствующими навыками

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять на практике освоенные навыки применения методов геостатистики для решения задач в своей производственной и научной деятельности

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия геостатистики	8	1	2	2	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Предварительный анализ и обработка данных	8	2-5	4	8	0	отчет
3.	Тема 3. Вариограммный анализ	8	4-9	4	8	0	отчет
4.	Тема 4. Моделирование	8	6-12	2	6	0	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			12	24	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные понятия геостатистики

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Случайные величины, пространственные переменные, случайные функции. Моменты, используемые в линейной геостатистике. Эргодичность, стационарность, мультиномальность. Условие положительной определенности.

###### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Работа с исходными данными, формирование выборок из базы данных.

##### Тема 2. Предварительный анализ и обработка данных

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Общая схема проведения геостатистического анализа и моделирования. Проверка выполнения условий (ограничений и предположений), необходимых для применения геостатистических методов. Описательная статистика, проверка гипотез. Обработка данных: декластеризация, элиминация пространственного тренда, выделение однородных подмножеств. Преобразование данных.

###### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Общая схема проведения геостатистического анализа и моделирования. Проверка выполнения условий (ограничений и предположений), необходимых для применения геостатистических методов. Визуализация выборок средствами системы R. Описательная статистика, проверка гипотез (система R). Обработка данных: декластеризация, элиминация пространственного тренда, выделение однородных подмножеств. Преобразование данных.

### **Тема 3. Вариограммный анализ**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Выборочная оценка вариограммы. Основные задачи вариограммного анализа. Параметры построения экспериментальной вариограммы. Поверхность вариограммы. Экспериментальная вариограмма по направлениям, h-графики. Анализ и интерпретация графиков вариограммы по направлениям. Моделирование вариограммы. Базисные модели. Индикатор качества соответствия модели.

#### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Выборочная оценка вариограммы в системе R. Поверхность вариограммы. Экспериментальная вариограмма по направлениям, h-графики в системе R. Анализ и интерпретация графиков вариограммы по направлениям. Моделирование вариограммы. Базисные модели. Индикатор качества соответствия модели. Моделирование вариограммы в системе R.

### **Тема 4. Моделирование**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Геостатистическое моделирование: Метод кригинга (простой, ординарный, универсальный). Параметры метода.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Кригинг с использованием системы R.

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Основные понятия геостатистики	8	1	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
2.	Тема 2. Предварительный анализ и обработка данных	8	2-5	подготовка к отчету	10	отчет
3.	Тема 3. Вариограммный анализ	8	4-9	подготовка к отчету	10	отчет
4.	Тема 4. Моделирование	8	6-12	подготовка к отчету	8	отчет
	Итого				36	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос;
- лекционное изложение основывается на разборе конкретных ситуаций;
- решение case study на практических занятиях.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Основные понятия геостатистики**

домашнее задание, примерные вопросы:

Студент должен составить глоссарий по основным терминам и понятиям геостатистики и геостатистического моделирования.

### **Тема 2. Предварительный анализ и обработка данных**

отчет, примерные вопросы:

Студент должен выполнить анализ набора пространственных данных в соответствии с протоколом и подготовить отчет. Набор данных представляет собой таблицу с полями: X - пространственная координата X Y - пространственная координата Y V01 ? основная переменная V02 ? вспомогательная переменная

### **Тема 3. Вариограммный анализ**

отчет, примерные вопросы:

Студент должен выполнить анализ набора пространственных данных в соответствии с протоколом и подготовить отчет. Набор данных представляет собой таблицу с полями: X - пространственная координата X Y - пространственная координата Y V01 ? основная переменная V02 ? вспомогательная переменная

### **Тема 4. Моделирование**

отчет, примерные вопросы:

Студент должен выполнить анализ набора пространственных данных в соответствии с протоколом и подготовить отчет. Набор данных представляет собой таблицу с полями: X - пространственная координата X Y - пространственная координата Y V01 ? основная переменная V02 ? вспомогательная переменная

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Примеры вопросов аттестации по итогам освоения дисциплины:

Пространственные данные. Географическое пространство и пространство характеристик. Методы выявления пространственных зависимостей в географических исследованиях. Основные понятия геостатистики. Случайные переменные, пространственные переменные и случайные функции. Функция распределения, понятие реализации случайной функции. Моменты, рассматриваемые в линейной геостатистике. Предположения, используемые при геостатистическом анализе пространственных явлений. Эргодичность. Гипотеза стационарности. Строгая стационарность. Стационарность второго порядка. Стационарность приращений.

Порядок проведения предварительного анализа пространственных данных. Одномерные и многомерные описательные статистики. Различные виды графиков и карт, используемых при анализе. Методы выявления нарушений теоретических предположений, обусловленных распределением фактических данных. Стандартные статистические процедуры. Использование стандартных пакетов программ.

Многомерная Гауссова случайная функция и ее свойства. Представление Гауссовых случайных функций в условиях стационарности. Пространственных закон.

Основные этапы вариограммного анализа пространственных данных. Методы снижения влияния отклонений от теоретических законов. Декластеризация. Пропорциональный эффект и преобразование распределений. Анизотропия. Эргодичность, гипотезы стационарности и их следствия.

Вариограммный анализ данных. Экспериментальные вариограммы. Поверхность вариограммы и облако вариограммы. Вариограммы по направлениям. Элементы управления построением экспериментальной вариограммы и их выбор.

Вариограммный анализ данных. Оценка параметров пространственного закона. Поведения пространственного закона на малых расстояниях. Оценка ранга, транзитивные и нетранзитивные модели вариограмм. Индикаторные вариограммы. Совместный анализ нескольких пространственных переменных.

Построение модели пространственного закона распределения. Теоретические модели пространственного закона распределения и ограничения на них. Возможные причины смещенности оценок и робастные методы определения параметров теоретического закона.

### 7.1. Основная литература:

1. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R). Изд-во Каз. ун-та. 2012. 120 с. (в свободном доступе в каталоге учебных ресурсов КФУ [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=59674](http://kpfu.ru/publication?p_id=59674)).
2. Введение в геоинформационные системы: Учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 112 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-91134-698-0. (доступно по подписке с сайта <http://znanium.com/bookread.php?book=372170>)
3. Shashi Shekhar, Hui Xiong eds. Encyclopedia of GIS. Springer, 2008. (доступно по университетской подписке с сайта издательства Springer <http://link.springer.com/referencework/10.1007/978-0-387-35973-1/page/1>)
3. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г. Использование языка R для статистической обработки данных: учебно-методическое пособие. - Казань: Изд-во КГУ, 2007. (в свободном доступе в каталоге учебных ресурсов КФУ [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=59689](http://kpfu.ru/publication?p_id=59689))
4. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г. Основные понятия языка R: учебно-методическое пособие. - Казань: Изд-во КГУ, 2007. (в свободном доступе в каталоге учебных ресурсов КФУ [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=59687](http://kpfu.ru/publication?p_id=59687))

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Основы геостатистического анализа и моделирования в экологии. / Сост. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г. Учебно-методическое пособие. - Казань, Изд-во Казан. ун-та. 2002. 38 с.
2. Геостатистический анализ данных в экологии. Учебно-методическое пособие. / Сост. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г. Учебно-методическая разработка. - Казань, Изд-во Казан. ун-та. 2002. 38с.
3. Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд. Л.Недра, 1980.
4. Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М., Мир, 1997.
5. Дюбрьюль О. Геостатистика в нефтяной геологии. ИКИ. - 2009. 256 стр.
6. Прохоров С.А. Математическое описание и моделирование случайных процессов/Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2001. 209 с.: ил.
7. Геостатистика и география почв / [отв. ред. П.В. Красильников] Ин-т биол. КарНЦ РАН. - М.: Наука, 2007. - 175 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Научная библиотека издательства Springer - <http://link.springer.com/>

Практический путеводитель по геостатистическому картированию с помощью свободного программного обеспечения - <http://spatial-analyst.net/book/>

Сайт сообщества Гис-лаб - <http://gis-lab.info>

Сайт фирмы Дата-плюс - <http://www.dataplus.ru>

Статистическая система R - <http://www.R-project.org>



## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Геостатистический анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Компьютеры с установленными офисными пакетами и системой R, проекционные оборудование в лекционных аудиториях.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 021300.62 "Картография и геоинформатика" и профилю подготовки Геоинформатика .

Автор(ы):

Савельев А.А. \_\_\_\_\_

Чижикова Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Мухарамова С.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.