

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Геостатистика М1.В.3

Направление подготовки: 120100.68 - Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль подготовки: Космические технологии координатно-временного обеспечения и геодезический мониторинг

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Савельев А.А.

Рецензент(ы):

Зарипов Ш.Х.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 660414

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

1. Цели освоения дисциплины

Данный курс знакомит студентов с теоретическими основами гео-статистического анализа пространственных данных. Курс направлен на приобретение практических навыков применения геостатистического анализа для решения прикладных задач.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.В.3 Общенаучный" основной образовательной программы 120100.68 Геодезия и дистанционное зондирование и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина "Геостатистика" относится к вариативной части Профессионального цикла ООП и читается на 2 - м семестре магистратуры. Логически и содержательно данная дисциплина взаимосвязана с дисциплинами ООП бакалавриата по направлению подготовки. При освоении данной дисциплины необходимы знания, приобретенные обучающимся в результате освоения геоинформатики,

математики, и профессионального цикла ООП бакалавриата по направлению подготовки

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
(ОК-2); (общекультурные компетенции)	способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности
(ОПК-3); (профессиональные компетенции)	готовностью к использованию и применению базовых навыков принятия решений в области техники и технологии
(ПК-1); (профессиональные компетенции)	готовностью к изучению и моделированию процессов и явлений в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования, математической интерпретации связей в моделях и процессах, определению границ применяемых моделей и допущений
(ПК-3); (профессиональные компетенции)	способностью к организации и проведению экспериментов, обработке, обобщению, анализу и оформлению достигнутых результатов
(ПК-8); (профессиональные компетенции)	способностью к обработке, синтезу геодезической и аэрокосмической информации для целей картографирования, научно-исследовательских и производственных работ

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основы геостатистического анализа пространственных данных

2. должен уметь:

Применять методы геостатистического анализа для решения практических задач

3. должен владеть:

Соответствующими навыками

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- понимать способы статистической обработки экспериментальных данных и геостатистического анализа данных
- обладать теоретическими знаниями о пространственных случайных функциях
- ориентироваться в методах обработки экспериментальных данных и геостатистического анализа
- приобрести навыки применения обработки экспериментальных данных и геостатистического анализа данных

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Геостатистический анализ пространственных данных. Основные понятия геостаистики. Порядок проведения предварительного анализа геостатистических данных.	2		0	0	16	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Декластеризация, оценка тренда, преобразование данных. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы, выбор и определение параметров.	2		0	0	16	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	32	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Геоэстатистический анализ пространственных данных. Основные понятия геоэстатистики. Порядок проведения предварительного анализа геоэстатистических данных.

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Пространственные данные. Географическое пространство и пространство характеристик. Пространственные феномены, особенности выборочного метода для непрерывных пространственных явлений. Расстояние между точками в географическом пространстве. Предположение о корреляции (зависимости) значений и неприменимость методов классической статистики, предполагающих независимость выборки. Ключевые моменты пространственного Пример элементарного геоэстатистического анализа и его аналогия с линейной регрессией. Описательная одномерная и многомерная статистика. Визуализация и предварительный анализ распределения точек выборки. Анализ распределения значений выборки. Анализ связи между различными значениями, полученными в одной точке пространства, различные виды графиков. Визуализация выборок на базовой карте и предварительный анализ связи значений с известными пространственными объектами и явлениями. Графики, используемые для выявления такой связи. Визуальная оценка наличия пространственной связи, ее силы и наличия пространственной анизотропии по направлению. Визуальная оценка наличия трендов и нестационарности среднего. Использование стандартных программ для получения описательных статистик и визуализации выборок анализа: пространственная зависимость (значения переменной в соседних точках пространства зависят друг от друга, что может быть использовано для восполнения данных), наличие пространственной структуры (пространственная зависимость определяется расстоянием и направлением), важность учета размера носителя выборочных точек (области пространства, к которой относится выборочное значений, и задающее предел пространственной точности прогнозов). Методы выявления пространственных зависимостей в географических исследованиях. Сведения из теории вероятностей и линейной алгебры, необходимые для геоэстатистического анализа (ковариация, корреляция, автокорреляция в пространстве и во времени). Вычисление корреляции с учетом расстояния, индекс Морана и его интерпретация. Пространственная корреляция, порожденная пространственной стратификацией значений. История развития геоэстатистики.

Тема 2. Декластеризация, оценка тренда, преобразование данных. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы, выбор и определение параметров.

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Причины смещенности оценок среднего (кластеризация) и методы декластеризации. Вычисление весов и их использование для получения несмещенных оценок среднего. Использование системы R для декластеризации. Использование ГИС ? технологий для декластеризации. Возможные нарушения гипотез для многомерных гауссовых случайных функций и методы их выявления. Гетероскедастичность и эффект пропорциональности. Выявление эффекта пропорциональности с использованием статистик движущегося окна. Преобразование переменных для снижения эффекта гетероскедастичности. Возможные нарушения гипотез для многомерных гауссовых случайных функций и методы их выявления. Нестационарность среднего, наличие трендов, наличие зональных изменений среднего. Совместный анализ нескольких пространственных переменных, кросс-вариограммный анализ. Преобразование данных для кросс-вариограммного анализа. Принцип и параметры построения экспериментальной вариограммы. Поверхность экспериментальной вариограммы. Экспериментальная вариограмма по направлениям. Анализ данных, участвующих в вычислении вариограммы, h-графики. Причины получения смещенных оценок вариограммы. Методы повышения надежности вычисления вариограммы, робастные эстиматоры. Анализ и интерпретация графиков экспериментальной вариограммы по направлениям. Вариограммное облако. Меры пространственной связи. Полувариограмма и кросс-полувариограмма. Стандартизированная полувариограмма и стандартизированная кросс-полувариограмма. Неэргодическая ковариация и неэргодическая кросс-ковариация. Неэргодическая коррелограмма и неэргодическая кросс-коррелограмма. Полумадограмма и кросс-полумадограмма. Классические модели вариограммы.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Геостатистический анализ пространственных данных. Основные понятия геостаистики. Порядок проведения предварительного анализа геостатистических данных.	2		подготовка к контрольной работе	56	контрольная работа
2.	Тема 2. Декластеризация, оценка тренда, преобразование данных. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы, выбор и определение параметров.	2		подготовка к контрольной работе	56	контрольная работа
	Итого				112	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проводятся лекции и лабораторные занятия с использованием компьютеров с применением специализированного программного обеспечения. Часть материала изучается самостоятельно

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

Тема 1. Геостатистический анализ пространственных данных. Основные понятия геостатистики. Порядок проведения предварительного анализа геостатистических данных.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные понятия геостатистики. Случайные величины, региональные переменные, случайные функции. Функция распределения. Понятие реализации случайной функции. Проблемы, создаваемые наличием единственной реализации. Моменты, используемые в линейной геостатистике. Первый момент - математическое ожидание. Моменты второго порядка. Пространственная ковариация, зависимость от расстояния и, возможно, направления. Предположения, используемые при геостатистическом анализе пространственных явлений. Эргодичность. Гипотеза стационарности. Строгая стационарность. Стационарность второго порядка. Стационарность приращений. Пространственный закон и его моделирование. Ограничения, накладываемые на модель. Условие положительной определенности. Классическая модель пространственного закона. Многомерные гауссовы случайные функции и их свойства

Тема 2. Декластеризация, оценка тренда, преобразование данных. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы, выбор и определение параметров.

контрольная работа , примерные вопросы:

Теоретическая модель вариограммы. Элементы вариограммы (?эффект самородков?, ранг, возможное асимптотическое поведение, порог). Важность оценки поведения пространственного закона на малых расстояниях. Возможные приближения поведения вариограммы около нуля (на расстояниях меньше лага). Пример построения теоретической модели вариограммы. Классические модели вариограммы. Модель с эффектом самородков. Сферическая модель. Экспоненциальная модель. Гауссова модель. Степенная модель. Моделирование вложенной структуры. Индикатор качества модели вариограммы (IGF). Индикаторная вариограмма и ее использование.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Максимальный

суммарный балл по результатам выполнения контрольных работ - 15.

Оценка активности студентов во время лабораторных занятий - до 35 баллов.

Максимальный балл на зачете - 50 .

Вопросы на зачет:

1. 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.

2. Моменты, рассматриваемые в линейной геостатистике. Предположения, используемые при геостатистическом анализе пространственных явлений.

Эргодичность. Гипотеза стационарности. Строгая стационарность.

Стационарность второго порядка. Стационарность приращений.

3. 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.

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

5. 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.

6. Вариограммный анализ данных. Экспериментальные вариограммы.

Поверхность вариограммы и облако вариограммы. Вариограммы по

направлениям. Элементы управления построением экспериментальной

вариограммы и их выбор.

7. 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.

8. 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:

Шовенгердт, Роберт А. (1946-) . Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений : [учебное пособие] / Р. А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова .? Москва : Техносфера, 2010 .? 556 с.

Иода Е. В. Статистика: Учебное пособие / Е.В. Иода. - М.: Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2012. - 303 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0144-5, 1000 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=260143> Красильников Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 608 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0700-4.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=355314>

Ахманов, Сергей Александрович. Статистическая радиофизика и оптика : случайные колебания и волны в линейных системах / С.А. Ахманов, Ю.Е. Дьяков, А.С. Чиркин .? Изд. 2-е, перераб. и доп. ? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010 .? 425 с. : ил. ; 22 .? Указ. ? Библиогр. в конце гл. ? Предм. указ.: с. 421-425 .? ISBN 978-5-9221-1204-8 (в пер.) , 300.

7.2. Дополнительная литература:

Геоэстатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R) : учебное пособие / Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т экологии и географии ; [авт.-сост.: д-р биол. наук, проф. А. А. Савельев и др.] .? Казань : Казанский университет, 2012 .? 120 с. : ил. ; 21 .? Библиогр.: с. 108-110 (22 назв.).

7.3. Интернет-ресурсы:

AI-Geostats - <http://www.ai-geostats.org/>

Arizona university geostats page - <http://www.u.arizona.edu/~donaldm/homepage/whatis.html>

Пакет gstat статистической системы R - <http://cran.r-project.org/web/packages/gstat/index.html>

Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании - http://www.kpfu.ru/docs/F1335879666/saveliev2012_geostat.pdf

Сайт статистического проекта R - URL <http://www.R-project.org>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Геостатистика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

компьютерный класс с установленной статистической системой R.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 120100.68 "Геодезия и дистанционное зондирование" и магистерской программе Космические технологии координатно-временного обеспечения и геодезический мониторинг .

Автор(ы):

Савельев А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Ш.Х. _____

"__" _____ 201__ г.