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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ "___" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Геостатистика Б1.В.ОД.8

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология
Профиль подготовки: Перспективные геоинформационные технологии в геологии и геофизике
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Платов Б.В. , Савельев А.А. , Чернова И.Ю.
Рецензент(ы):
Мухарамова С.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Нургалиев Д. К.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 37816

Казань
2016

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) заместитель директора центра Платов Б.В. центр дополнительного образования, менеджмента качества и маркетинга Институт геологии и нефтегазовых технологий , BoVPlatov@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Савельев А.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com ; доцент, к.н. (доцент) Чернова И.Ю. кафедра геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий , Inna.Chernova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Геостатистика" предназначена для студентов направления подготовки "Перспективные геоинформационные технологии в геологии и геофизике". Данный курс является логическим продолжением курсов "Геоинформационные технологии", "Математика" и 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 " Б1.В.ОД.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.04.01 Геология и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

М2.В.7. 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 Геология. При освоении данной дисциплины необходимы знания, приобретенные обучающимся в результате освоения дисциплин "Геоинформационные технологии", "Геоинформационные системы в геологии" профессионального цикла ООП бакалавриата по направлению подготовки Геология

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии

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

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 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 про-странственных данных Основные понятия геостатистики.	2	1-2	2	0	6	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	
3.	Тема 3. Порядок проведения предвари-тельного анализа пространственных данных.	2	5-7	2	0	4	контрольная работа
4.	Тема 4. Получение оценки среднего при условии выполнения гипотезы стационарности.	2	8-10	2	0	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы.	2	11-14	2	0	6	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			8	0	20	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Геостатистический анализ про-странственных данных Основные понятия геостатистики.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1) 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 независмость выборки. Ключевые моменты пространственного 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 геостатистического 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 геостатистики.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Пример элементарного геостатистического анализа и его аналогия с линейной регрессией.

Тема 3. Порядок проведения предвари-тельного анализа пространственных данных.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Использование стандартных программ для получения описательных статистик и визуализации выборок

Тема 4. Получение оценки среднего при условии выполнения гипотезы стационарности.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Причины смещенности оценок среднего (кластеризация) м 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.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Нестационарность среднего, наличие трендов, наличие зональных изменений среднего.

Тема 5. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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, частвующих 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.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

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 про-странственных данных Основные понятия геостатистики.	2	1-2	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Порядок проведения предвари-тельного анализа пространственных данных.	2	5-7	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
4.	Тема 4. Получение оценки среднего при условии выполнения гипотезы стационарности.	2	8-10	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
5.	Тема 5. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы.	2	11-14	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
	Итого				44	

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 про-странственных данных Основные понятия геостатистики.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные понятия геостатистики. Случайные величины, региональные переменные, случайные функции. Функция распределения. Понятие реализации случайной функции. Проблемы, создаваемые наличием единственной реалитзации. 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 гауссовые случайные функции и их свойства

Тема 3. Порядок проведения предвари-тельного анализа пространственных данных.

контрольная работа , примерные вопросы:

Освоение лекционного материала, основной и дополнительной литературы по темам рассмотренным на лекциях. Интернет-сайты

Тема 4. Получение оценки среднего при условии выполнения гипотезы стационарности.

контрольная работа , примерные вопросы:

Освоение лекционного материала, основной и дополнительной литературы по темам рассмотренным на лекциях. Интернет-сайты

Тема 5. Вариограммный анализ данных. Теоретическая модель вариограммы.

контрольная работа , примерные вопросы:

Теоретическая модель вариограммы. Элементы вариограммы (?эффект самородков?, ранг, возможное ассимпотическое 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. Гауссовая 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 стандарных 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 вариограм. 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:

Статистические методы в геологии : учебное пособие по курсу "Математические методы в геологии" / А. И. Бахтин, Е. М. Нуриева ; Казан. федер. ун-т .? Казань : [Казанский университет], 2013 .? 139, [1] с.

Основы статистического анализа. Практ. по стат. мет. и исслед. операций с исп. пакетов STATISTICA и EXCEL: Уч.пос./ Э.А.Вуколов - 2 изд., испр. и доп. - М.: Форум:НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с. URL: http://znanium.com/bookread.php?book=369689

Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / С.В. Павлов. - М.: ИЦ РИОР: ИНФРА-М, 2010. - 186 с. URL: http://znanium.com/bookread.php?book=217167

Математическая статистика: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 205 с. URL: http://znanium.com/bookread.php?book=445667

7.2. Дополнительная литература:

Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. ? 3-е изд. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 768 с. URL: http://znanium.com/bookread.php?book=354905

Бахтин А.И., Низамутдинов Н.М., Хасанова Н.М., Нуриева Е.М. Факторный анализ в геологии: Учебное пособие. Казань. Изд-во Казанск. ун-та, 2007. - 32 с.

Заботина Н.П., Низамутдинов Н.М., Хасанова Н.М., Бахтин А.И. Методические указания по курсу Теория вероятностей. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2008. - 48 с.

Статистика: общая теория статистики, экономическая статистика. Практикум/НепомнящаяН.В., ГригорьеваЕ.Г. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 376 с.: ISBN 978-5-7638-3185-6 http://znanium.com/bookread2.php?book=549841

Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие / Под ред. В.И. Ермакова. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 287 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 5-16-001561-2 http://znanium.com/bookread2.php?book=76845

Статистика: Учебное пособие / М.Г. Сидоренко. - М.: Форум, 2007. - 160 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (обложка) ISBN 978-5-91134-160-2 http://znanium.com/bookread2.php?book=128480

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 gstatстатистической 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 - URLhttp://www.R-project.org

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Геостатистика" 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 оборудованием 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.

Компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.04.01 "Геология" и магистерской программе Перспективные геоинформационные технологии в геологии и геофизике .

Автор(ы):
Чернова И.Ю. _____
Савельев А.А. _____
Платов Б.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Мухарамова С.С. _____
"__" _____ 201 __ г.