

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____ /Д.Ю.Пущаровский/

«___» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы геостатистики

Автор-составитель: доцент Ю.А. Малютин

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геология и полезные ископаемые

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2017.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса " Основы геостатистики " является освоение студентами теоретических основ геостатистики, и применение их для анализа геологоразведочных данных, получаемых при разведке твердых полезных ископаемых.

Задачи – обучение геостатистических методов позволит использовать эти методы с помощью современных компьютерных программ для анализа данных опробования руд.

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО - вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 5 и 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», "Высшая математика", "Математические методы в геологии".

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3. Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично).

ОПК-4. Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: основные математические методы и способы интерполяции, используемые при подсчете ресурсов и запасов, по данным, полученных в результате геологоразведочных работ;

Уметь: применять математические методы и методы интерполяции при обработке результатов опробования и создании моделей месторождений твердых полезных ископаемых;

Владеть: современными компьютерными программами для обработки данных, полученных в результате опробования месторождений полезных ископаемых.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 з.е., в том числе 180 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (48 часов – занятия лекционного типа, 26 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 106 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации –зачет и экзамен.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация).

В курсе "Основы геостатистики" рассматривается применение математических методов в геологии и геостатистические приемы оценки ресурсов и запасов месторождений твердых полезных ископаемых. Особенности современного этапа развития компьютерных технологий и современные возможности применения математических методов. Особенности использования статистических приемов при решении геологических задач.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
5 семестр						
Раздел 1. Ковариация и корреляция автокорреляция, кросскорреляция.		4			2	
Раздел 2. Непараметрические методы.		2				
Раздел 3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ при анализе геологических данных.		2		2	4	Подготовка к контрольному опросу, 20 часов
Раздел 4. Нелинейная регрессия геологических данных.		2		2	4	
Раздел 5. Основы спектрального анализа. Тренд-анализ.		4		2	6	
Раздел 6. Дискриминантный анализ		6		2	8	Подготовка к зачету, 20 часов
Раздел 7. Кластерный анализ		6		2	8	
Раздел 8. Метод главных компонент		6		2	8	
Раздел 9. Промежуточная аттестация <u>зачет</u>						12
Итого						

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
6 семестр						
Раздел 1. Традиционные методы подсчета запасов месторождений, кондиции		2			2	
Раздел 2. Горно-геологические основы геостатистической оценки.		4			4	
Раздел 3. Основные методы геостатистической оценки.		4			4	Подготовка к контрольному опросу, 20 часов
Раздел 4. Геостатистическое моделирование.		4		4	8	
Раздел 5. Подбор моделей вариограмм.		4		4	8	
Раздел 6. Кригинг		4		4	8	Подготовка к зачету, 22 часов
Раздел 7. Проверка интерполяции		2		2		
Раздел 8. Степень достоверности ресурсов.		2				
Промежуточная аттестация						12
Итого	180			74		106

Содержание разделов дисциплины

5 семестр

Раздел 1. Ковариация и корреляция автокорреляция, кросс корреляция.

Корреляция между количественными признаками. Ковариация и коэффициент корреляции. Точечные графики ковариации и корреляции. Наведенная корреляция. Корреляция в замкнутом множестве данных. Корреляционный критерий. Автокорреляция. Кросс-корреляция. Лаг. Геологические задачи, решаемые с помощью автокорреляции и кросс корреляции.

Раздел 2. Непараметрические методы. Непараметрические методы. Критерий Манна-Уитни. Критерий Крессла-Уэллеса, коэффициент непараметрической корреляции Спирмена.

Раздел 3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ при анализе геологических данных. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ при анализе геологических данных. Задачи минимизации. Нормальные уравнения. Характеристики изменчивости зависимой переменной. Множественный коэффициент корреляции. Статистический критерий для проверки гипотезы о линейной регрессии.

Раздел 4. Нелинейная регрессия геологических данных. Нелинейная регрессия геологических данных. Полиномиальная аппроксимация. Степень уравнения. Нормальные уравнения для нелинейной регрессии. Статистические критерии для проверки гипотезы о нелинейной регрессии. Представление о сплайн-функциях.

Раздел 5. Основы спектрального анализа и тренд анализ. Основы спектрального анализа. Сглаживание. Сигнал и помехи. Фильтры: простое, скользящее, взвешенное среднее. Сравнение спектрального анализа и сглаживание. Тренд-анализ. Одномерный, двухмерный и трехмерный тренд-анализ. Геологические задачи, решаемые тренд-анализом. Поверхности тренда.

Раздел 6. Дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ геологических данных. Критерии значимости. Расстояние Евклида и расстояние Махаланобиса. Критерий Хоттелинга. Многомерные аналоги критериев проверки гипотез о сравнении средних и дисперсий.

Раздел 7. Кластерный анализ. Классификация. Численная таксономия. Кластерный анализ геологических данных. Меры расстояния и меры сходства (расстояние Евклида, Махаланобиса, корреляционное расстояние, Манхэттенское расстояние). Алгоритмы классификации. Иерархическая классификация. Дендрограммы.

Раздел 8. Метод главных компонент. Методы сокращения пространственных признаков. Факторный анализ. R и Q матрицы данных. Определитель матрицы. Определения собственных значений и собственных векторов матрицы. Метод главных компонент и его использование при поисках рудных месторождений. Проецирование на главные компоненты. Образное представление исходных данных.

6 семестр.

Раздел 1. Традиционные методы подсчета запасов месторождений, кондиции. Метод разрезов, метод блоков, кондиционные показатели.

Раздел 2. Горно-геологические основы геостатистической оценки. Горно-геологические основы геостатистической оценки. Минеральные ресурсы и Рудные запасы. Геологические основы геостатистической оценки.

Раздел 3. Основные методы геостатистической оценки. Подходы к проблемам интерполяции. Интерполяция Делонэ. Гридинг. Методы Дэни Криге. Фильтры. Полигональный метод интерполирования, треугольники Делонэ. Метод ближайшего соседа. Метод обратных расстояний.

Раздел 4. Геостатистическое моделирование. Автокорреляция. Лаг. Переход к построению вариограмм. Кросс-корреляция. Способы преобразования данных в геостатистике. Работа с логарифмически распространенными данными. Таблицы Сичела. Декластеризация данных.

Анализ вариограмм. Порог вариограммы, зона влияния. Поведение вариограммы в начале. Эффект включений. Анизотропия. Вложенные структуры на вариограммах. Примеры расчета вариограмм для одномерного, двухмерного и трехмерного случая. Анализ вариограмм.

Раздел 5. Подбор моделей вариограмм. Разновидности вариограмм Подбор моделей вариограмм. Раздел 6. Кригинг. Разновидности кригинга. Обыкновенный кригинг. Уравнение кригинга. Индикаторный кригинг.

Раздел 7. Проверка интерполяции. Методы проверки интерполяции, визуальная проверка, сравнение интерполированных содержаний в блоках с содержаниями в пробах сравнение изменений содержаний компонента в пробах и в блоках, анализ распределения кригинговой эффективности. Проверка корректности вариограмм

Раздел 8. Степень достоверности ресурсов. Определение с помощью вариограммы степени достоверности ресурсов.

Контрольные вопросы зачета:

1. Критерий Стьюдента и критерий Фишера.
2. Корреляция. Корреляционный критерий.
3. Автокорреляция и кросскорреляция.
4. Дискриминантный анализ.
5. Кластерный анализ.
6. Метод главных компонент.

Контрольные вопросы экзамена:

1. Методы интерполяции.
2. Анализ вариограмм.
3. Уравнение кригинга.
4. Подбор моделей вариограмм.
5. Разновидности кригинга.
6. Метод обратных расстояний.
7. Обыкновенный кригинг.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания математических методов, применяемых в геологии и геостатистики	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умение использовать знания математических методов и геостатистики для решения практических задач	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение использовать математические методы.
Владение компьютерными программами	Навыки владения компьютерными программами отсутствуют	Фрагментарное владение, наличие отдельных навыков	В целом сформированы навыки использования компьютерных программ.	Владение компьютерными программами.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

Основная литература:

1. Гуськов О. И., Кушнарев П.И. Математические методы в геологии: Сб.задач: Учеб.пособие для студентов геол.спец.вузов: Недра, 1991.
2. Девис Д. Статистический анализ геологических данных в геологии. М.: Недра, 1990.
3. Каждан А. Б. Математические методы в геологии: Учеб.для студентов геол.спец.вузов. М.: Недра, 1990.
4. Капутин Ю.Е., Ежов А.И. Хенли С. Геостатистика в горно-геологической практике; Рос.акад.наук. Кол.науч.центр. Горн.ин-т, Апатиты, 1995.
5. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики: [пер. с фр.] / М. Ижевск: НИЦ "Регуляр. и хаот. динамика": Ин-т компьютер. исслед., 2009.
6. Armstrong M. Geostatistics: Proc.of the Third Intern.geostatistics Congr., Sept.5-9, 1988,Avignon,France : Vol.1. Dordrecht etc.: Kluwer acad. publ., Cop.1989.
7. Armstrong M. Geostatistics: Proc.of the Third Intern.geostatistics Congr., Sept.5-9, 1988,Avignon,France : Vol.2. Dordrecht etc.: Kluwer acad. publ., Cop.1989.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistics 8; Microsoft Office, Excel, Datamine RM.

В) Материально-технического обеспечение: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Малютин Ю.А.

11. Автор программы – Малютин Ю.А.