

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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Статистические методы обработки данных исследования руд

Автор-составитель: 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 2021

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*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от __ декабря 2021 года (протокол №__).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© 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 " Статистические методы обработки данных исследования руд" 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.

Краткое содержание дисциплины (аннотация).

В курсе «Статистические методы обработки данных исследования руд » рассматриваются математические методы, используемые при решении геологических задач, в том числе при обработке данных опробования месторождений, особенности использования статистических приемов при решении геологических задач разных типов, а также компьютерные технологии и современные возможности применения математических методов.

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

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

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-3. Б Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично).	Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки. Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности.	Знать: основные математические методы и способы интерполяции, используемые при подсчете ресурсов и запасов, по данным, полученным в результате геологоразведочных работ; Уметь: применять математические методы и методы интерполяции при обработке результатов опробования и создании моделей месторождений твердых полезных ископаемых;
ОПК-1. Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и	Владеть: современными компьютерными программами для обработки данных, полученных в результате опробования месторождений полезных ископаемых.

решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).	естественных наук в профессиональной деятельности	
--	---	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **3** з.е., в том числе **39** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и **69** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (час)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Ковариация и корреляция, автокорреляция, кросскорреляция	9	2	1	3	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 2. Непараметрические методы.	9	2	1	3	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ при анализе геологических данных.	9	2	1	3	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 4. Нелинейная регрессия геологических данных.	12	4	2	6	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 5. Основы спектрального анализа. Тренд-анализ.	11	4	2	6	Подготовка к контрольному опросу, 5 часов
Раздел 6. Дискриминантный анализ	11	4	2	6	Подготовка к зачету, 5 часов
Раздел 7. Кластерный анализ	11	4	2	6	Подготовка к контрольному опросу, 5 часов
Раздел 8. Метод главных компонент	11	4	2	6	Подготовка к контрольному опросу, 5 часов
Раздел 9. Промежуточная аттестация - <i>экзамен</i>	25	<i>Устный экзамен</i>			Подготовка к экзамену, 25 час.
Итого	108	39			69

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Ковариация и корреляция автокорреляция, кросскорреляция.

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 кросскорреляции.

Раздел 2. Непараметрические методы. Непараметрические методы. Критерий Манна-Уитни. Критерий Крэксла-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.

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при контрольных опросах (указать используемые для данной дисциплины).

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

1. Автокорреляция. Кросс-корреляция. Геологические задачи, решаемые с помощью автокорреляции и кросскорреляции.
2. Критерий Манна-Уитни. Критерий Крэксла-Уэллеса, коэффициент непараметрической корреляции Спирмена.
3. Ковариация и коэффициент корреляции.
4. Точечные графики ковариации и корреляции.
5. Характеристики изменчивости зависимой переменной.
6. Множественный коэффициент корреляции.
7. Нормальные уравнения для нелинейной регрессии.
8. Статистические критерии для проверки гипотезы о нелинейной регрессии.
9. Одномерный, двухмерный и трехмерный тренд-анализ.
10. Алгоритмы классификации. Иерархическая классификация. Дендрограммы.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (экзамене)

1. Корреляция между количественными признаками.
2. Непараметрические методы.
3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ при анализе геологических данных.
4. Статистический критерий для проверки гипотезы о линейной регрессии.
5. Нелинейная регрессия геологических данных.
6. Тренд-анализ. Геологические задачи, решаемые тренд-анализом.
7. Дискриминантный анализ геологических данных.
8. Классификация. Численная таксономия. Кластерный анализ геологических данных.
9. Метод главных компонент и его использование при поисках рудных месторождений.
10. Методы сокращения пространственных признаков. Факторный анализ.

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.
Владение компьютерными программами	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

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 программного обеспечения:

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office, программ Statistics 8; Microsoft Office, Excel, Datamine RM
любые свободно распространяющиеся программы, требующиеся для освоения дисциплины.

В) Материально-технического обеспечения: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Ответственный за курс – М.А. Богуславский

11. Автор программы – Малютин Ю.А.