

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

Геостатистика

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 " Геостатистика" 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.

В курсе «Геостатистика» 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.

Краткое содержание дисциплины (аннотация).

В курсе «Геостатистика» 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.

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", «Статистические методы обработки данных исследования руд».

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.	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;
ОПК-1. Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессионально	Владеть: современными компьютерными программами для обработки данных, полученных в результате опробования месторождений полезных ископаемых.

	й деятельности	
--	----------------	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **2** з.е., в том числе **28** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и **44** 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				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
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, 10 часов
Раздел 4. Геостатистическое моделирование.		3		2	5	
Раздел 5. Подбор моделей вариограмм.		2		3	5	
Раздел 6. Кригинг		4		4	4	Подготовка к контрольному опросу, 10 часов
Раздел 7. Проверка интерполяции		2			2	
Раздел 8. Степень достоверности ресурсов.		2			2	Подготовка к экзамену, 24 часов
Промежуточная аттестация		<i>Устный экзамен</i>				
Итого	72	28				44

Содержание разделов дисциплины

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, двумерного 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.

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. Традиционные методы подсчета запасов, кондиции.
2. Методы подсчета запасов: метод разрезов, метод блоков, кондиционные показатели.
3. Минеральные ресурсы и рудные запасы.
4. Проблемы интерполяции: интерполяция Делонэ.
5. Гридинг. Методы Дэни Криге.
6. Проблемы интерполяции: полигональный метод интерполирования, треугольники Делонэ.
7. Метод ближайшего соседа. Метод обратных расстояний.
8. Автокорреляция.
9. Способы преобразования данных в геостатистике.
10. Проверка интерполяции.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (экзамене)

1. Методы интерполяции.
2. Анализ вариограмм.
3. Уравнение кригинга.
4. Подбор моделей вариограмм.
5. Разновидности кригинга.

6. Метод обратных расстояний.
7. Обыкновенный кригинг.
8. Определение степени достоверности ресурсов с помощью вариограммы.
9. Разновидности кригинга.
10. Проверка корректности вариограмм.
11. Таблицы Сичела. Декластеризация данных.

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 не принципиального 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.