

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пуцаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Трехмерное моделирование месторождений

Автор-составитель: доцент Ю.А. Малютин

Уровень высшего образования:

Магистратура ММ

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геология и полезные ископаемые

Магистерская программа

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» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2018.

© 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 "Трехмерное моделирование месторождений" является приобретение студентами знаний о трехмерном моделировании месторождений твердых полезных ископаемых в программах Datamine Studio RM, Leap Frog Geo, NPV Scheduler, используемых при проведении геологоразведочных работ и при подсчете ресурсов и запасов месторождений.

Задачи – обучение магистрантов на практике применять традиционные и геостатистические способы при подсчете ресурсов и запасов месторождений полезных ископаемых.

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО - вариативная часть, профессиональный цикл, обязательные дисциплины, курс – 1, семестр – 1.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: освоение дисциплин «Геологические процессы», «Подсчет запасов полезных ископаемых», "Полезные ископаемые", "Разведка месторождений".

Дисциплина необходима для выполнения выпускных квалификационных работ.

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

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

ОПК-4. ММ. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-2. ММ. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии

СПК-1. ММ. Способность использовать специализированные знания в области динамической, исторической и региональной геологии, геотектоники и геодинамики, геологии полезных ископаемых, палеонтологии и стратиграфии, литологии и морской геологии для решения научных и практических задач.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: основные традиционные и геостатистические способы при подсчете ресурсов и запасов месторождений полезных ископаемых, в том числе экономические основы оценки месторождений;

Уметь: составлять базы данных результатов опробования буровых скважин и горных выработок, создавать каркасные и блоковые модели месторождений, считать ресурсы и запасы месторождений;

Владеть: современными компьютерными программами Datamine Studio RM, Leap Frog Geo и NPV Scheduler для геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з. е., в том числе 70 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 часов – практические занятия, 42 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 74 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе рассматриваются особенности 3D моделирования, геостатистики и геолого-экономической оценки месторождений.

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	Практические занятия	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Работа с базами данных.		1	1	3		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 2. Открытие результирующего файла скважин. Работа в 3D окне.		1	1	3		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 3. Способы оконтуривания рудной минерализации.		2	2	6		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 4. Каркасное моделирование.		2	2	6		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 5. Блочное моделирование.		2	2	6		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 6. Теория и практика геостатистики. Вариография.		2	2	6		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 7. Интерполяционные процедуры. Кригинг.		2	2	6		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Раздел 8. Геолого-экономическая оценка в программе NPV Scheduler.		2	2	6		Подготовка к контрольному опросу, 8 час.
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
Итого	144			70		74

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Работа с базами данных. Краткий обзор компьютерных горно-геологических программ. Основные принципы составления баз данных. Обзор компьютерной системы DATAMINE RM. Особенности форматов данных (разных типов ASCII файлов с расширениями CSV, TXT и других). Структура файлов баз данных. Особенности организации первичных данных в файлах. The Assay file – файл опробования. Collars file – файл координат устьев скважин, горных выработок. Surveys file – файл данных измерений в скважине (файл данных инклинометрии). The Geology File – файл геологических данных. The Rockpers file – файл координат точек, трассирующих границы пород и рудных тел в пространстве. The Countours file – файл точек, определяющих топографию и являющийся основой для создания цифровой модели топографической поверхности DTM (Digital Terrain Model). Ввод во внутренний формат программы подготовленной ранее базы данных для работы в 3D окне. Создание учебной базы данных. Знакомство с EXEL, ACCESS, NOTEPAD и другими программами, особенности работы в этих программах.

Раздел 2. Открытие результирующего файла скважин. Работа в 3D окне.

Импорт файлов с расширением CSV в программу Datamine RM. Операция HOLMER (Merge Downhole Files) - позволяет объединять данные опробования (файл Assay) с информацией о типах пород (файл Geology), которые пересекают скважины или горные выработки. Операция JOIN- позволяет объединять файл опробования скважин и типов пород с файлом, содержащим данные координат устьев скважин или горных выработок. с получением на выходе временного файла. Операция DESERV (Holes3d) – позволяет создать результирующий файл, включающий данные о положении скважины в 3D (трехмерном) пространстве, путем объединения промежуточного файла с файлом данных измерений в скважине и одновременно пересчетом данных инклинометрии для определения положения каждой точки скважины в трехмерном пространстве. Знакомство с технологией ввода в программу информации по бороздовым пробам канав и любым пробам, взятым на поверхности (команды – Project to wireframe, String to drillhole). Приобретение навыков редактирования файлов в Datamine Studio RM. Работа с учебными данными. Работа с информацией в окне проектирования в Datamine RM. Открытие результирующего файла скважин с данными опробования, файлов точек или стрингов. Создание и корректировка легенды, фильтры. Знакомство с системным контролем, введение в макросы. Знакомство с командой - Snap. Работа с скважинами, с атрибутами скважин, с интервалами опробования, контроль за положением скважин относительно экрана монитора. Знакомство с командой Compositing (объединение интервалов опробования и автоматический пересчет содержаний с учетом кондиций), так же разновидности композитирования - команды Compdh, Compbr, Compse для пересчета и объединения интервалов опробования в базе данных. Знакомство с возможностями первичной статистической обработки данных. Современные способы корректировки ураганных проб.

Раздел 3. Способы оконтуривания рудной минерализации. Способы оконтуривания рудных тел или зон рудной минерализации. Кондиционные требования к оконтуриванию. Представления о естественном и экономическом борте.

Знакомство с блоком команд - View Control – эти команды контролируют ориентацию, размер, масштаб скважин и привязанных к ним баз данных в трехмерных проекциях. Работа с Viewer, изменение проекций, получение разрезов и планов любой пространственной ориентации по одной точке, двух и трех точек в 3D пространстве. Знакомство с командами в директории Viewer (команда SET Clipping – устанавливает дистанцию просмотра данных, вне этой дистанции все данные скрыты, команда ADJUST PLANE позволяет передвигаться внутри 3D пространства). Редактирование точек и стрингов – линий, соединяющих точки. Редактирование атрибутов точек, их нанесение,

передвижение, уничтожение. Сохранение файлов точек и файлов стрингов. Работа с учебными данными.

Раздел 4. Каркасное моделирование. Создание модели дневной поверхности – Digital Terrain Model. Векторизация растровых образов изолиний поверхности в программах Autocad, Easy Trasy. Способы оконтуривания рудных тел или зон рудной минерализации и знакомство с технологией создания вайфреймов - трехмерных каркасных моделей рудных тел в программе Datamine RM. Знакомство с особенностями применения команды - String Linking, работа над ошибками. Манипуляции с каркасными моделями, команды wf-merge, wf-union, wf-intersection, wf-difference, позволяющие разделять, объединять каркасные модели, вычитать одну каркасную модель из другой. Создание трехмерной модели рудной залежи и модели поверхности с использованием учебной базы данных. Каркасное моделирование в программе Leap Frog Geo.

Раздел 5. Блочное моделирование. Блочное геологическое моделирование в программе Datamine Studio RM. Технология создания прототипа модели (процесс Protom) – определение ограничений прямоугольного пространства и определение размеров и формы элементарных блоков модели. Технология заполнения элементарными блоками с помощью процессов Wirefill, Trifil всего пространства модели от дневной поверхности до нижних границ распространения рудных зон и замкнутых каркасных моделей, созданных внутри этого пространства, как для рудных тел, так и для разновидностей вмещающих пород. Знакомство с процессом Seltri, позволяющим обрезать блоковые модели, по границам каркасных моделей, например, блоковые модели рудных тел по верхней границе ДТМ, а также ограничивать базу данных опробования замкнутыми границами каркасных моделей рудных тел. Знакомство с интерполяционными возможностями программы. Технология объединения моделей с помощью процесса Addmod, позволяющая соединить все модели в одну. Создание учебных блоковых моделей.

Раздел 6. Теория и практика геостатистики. Вариография. Теоретические модели вариограмм (линейная модель, сферическая модель, и другие модели), представления об одно структурных, двух структурных и трех структурных вариограммах. Технология расчета вариограмм. Знакомство с процессами VGRAM и VARFIT. Подбор моделей вариограмм, определение порога вариограммы, зоны влияния и эффекта самородков с помощью процесса VARFIT.

Раздел 7. Интерполяционные процедуры. Кригинг. Геостатистические методы интерполяции- метод обратных расстояний (invert power distance), ближайшего соседа (nearest neighbour), кригинг (ordinary kriging). Возможности программы Datamine по подсчету ресурсов. Подсчет ресурсов полезных ископаемых и определение объемов вскрышных пород. Подсчет ресурсов и запасов процессом TONGRADE. Проверка результатов интерполяции.

Раздел 8. Геолого-экономическая оценка в программе NPV Scheduler. Подготовка модели для импорта в программу NPV Scheduler. Принципы создания экономической модели месторождения. Принципы расчета бортового содержания (cut of grade). Знакомство с алгоритмом Лерча-Гроссмана, расчет оболочки карьера. Международная классификация запасов и ресурсов, гармонизация международной классификации и внутренней классификацией запасов. Подсчет доказанных и предполагаемых запасов внутри оболочки карьера. Этапы отработки карьера (pushbacks). График отработки месторождения по годам. Создание экономической модели отработки месторождения. Расчет NPV, внутренней нормы прибыли и других экономических показателей.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных практических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля экзамена.

1. Особенности структуры базы данных.
2. Особенности ввода базы данных в программу.
3. Особенности создания каркасов и DTM.
4. Особенности создания блоковых моделей.
5. Методы интерполяции: метод ближайшего соседа и метод обратных расстояний.
6. Методы интерполяции: обычный кригинг.
7. Построение вариограмм и их анализ.
8. Подготовка модели к оптимизации.
9. Международная классификация запасов.
10. Принципы построения вариограмм.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания по 3D моделированию	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умение использовать программы 3D моделирования 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 использовать математические методы.
Владение основ 3D моделирования и геостатистики	Навыки владения основ отсутствуют	Фрагментарное владение, наличие отдельных навыков	В целом сформированы навыки.	Владение основ горного дела, бурения и методики геологоразведочных работ

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

Основная литература:

1. Авдонин В.В., Шатагин Н.Н. и др. Методика разведки месторождений. М.: МГУ, 2008.
2. Гуськов О. И., Кушнарв П.И. Математические методы в геологии: Сб.задач: Учеб.пособие для студентов геол.спец.вузов: Недра, 1991.
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 Datamine Studio RM, Leap Frog Geo, NPV Scheduler.

В) Материально-техническое обеспечение: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Малютин Ю.А.

11. Автор программы – Малютин Ю.А.