Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ
Директор института горного дела и геосистем
_____ Ю.Е. Прошунин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы моделирования в геологии

21.05.02 «Прикладная геология»
(направленность (профиль): «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»)

Квалификация выпускника
Горный инженер-геолог

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 5 лет

Год начала подготовки 2024

Новокузнецк
2024

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 94e356eb7dea621ec31c9887d64ac2e48e79db94
Владелец: Директор ИГДиГ Прошунин Юрий Евгеньевич
Действителен: с 27 февраля 2023 г. по 22 мая 2024 г.
Дата и время: 03-05-2024 15:42:48 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование личности обучающегося, развитие его интеллекта и способностей к логическому мышлению;
– приобретение обучающимися теоретических знаний по основным математическим методам, применяемым при обработке геолого-геохимических и других данных, получаемых на разных стадиях геологических исследований;
– формирование способности у обучающихся применять методы математического моделирования в исследовании геологических объектов и геолого-генетических процессов, при прогнозировании месторождений полезных ископаемых и при решении прикладных и научных задач в разных областях геологии.

Задачами учебной дисциплины являются:

– дать необходимое представление об основных математических методах обработки геолого-геохимической информации и научиться их применять на практике;
– научить обучающихся способам представления и формализации геологических данных для их машинного представления;
– научить обучающихся приемам геолого-генетической интерпретации результатов обработки геологической информации;
– выработать умение анализировать полученные результаты;
– привить навыки самостоятельного изучения литературы по прикладной математике;
– научить приёмам работы с программными средствами, ориентированными на подготовку, ввод и обработку массовых геологических данных.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.02 «Прикладная геология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Химия;
– Механика;
– Информационные технологии;
– Математика;

– Компьютерная графика;
– Электротехника и электроника;
– Общая геология;
– Кристаллография и минералогия;
– Литология;
– Основы палеонтологии и общая стратиграфия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых;
– Основы технологии переработки руд;
– Региональная геология;
– Историческая геология;
– Генетическая и технологическая кристаллохимия и минералогия;
– Основы учения о полезных ископаемых;
– Общая геохимия;
– Формационный анализ;
– Геотектоника и геодинамика;
– Геоинформационные системы;
– Структурная геология;
– Основы разработки месторождений твердых полезных ископаемых;
– Основы гидрогеологии и инженерной геологии.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Техническое проектирование	ОПК-6: Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические	ОПК-6.2 Использует программное обеспечение общего, специального назначения для моделирования горных и геологических объектов	– знать: типичные проблемы в геологии, методы и способы их решения. – уметь: собирать, эффективно обрабатывать и анализировать геологическую информацию с применением современных

	объекты		машинных технологий с целью решения геологических проблем.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***69***	*69*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение в математические методы моделирования в геологии (Место и роль математических методов моделирования в процессе изучения геологических объектов и процессов, в повышении эффективности геологоразведочных работ. Использование в моделировании теории систем, теории множеств, теории автоматов, теории графов.);

Раздел 2 Геологические объекты и их свойства, понятие о математическом моделировании геологических объектов (Виды

математических моделей. Частота, частость, вероятность появления события. Законы распределения случайной величины. Параметры распределения случайной величины: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициенты асимметрии и эксцесса. Закономерности формирования и развития геологического объекта.);

Раздел 3 Одномерные статистические модели (Условия применения одномерных статистических моделей в геологии. Статистические законы распределения, используемые в геологии. Точечные и интервальные оценки свойств геологических объектов. Статистическая проверка геологических гипотез. Область применения параметрических и непараметрических критериев согласия. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Двумерные модели. Виды связей между двумя случайными величинами: функциональная, стохастическая, корреляционная. Способы выявления и исследования корреляционных связей. Облако точек, эмпирические линии регрессии. Линейные и нелинейные уравнения регрессии. Условия применения двумерных статистических моделей в геологии. Графические способы изучения зависимостей в геологии: точечные диаграммы, параллельные схематические диаграммы, эмпирические линии регрессии. Статистические характеристики системы двух случайных величин: коэффициенты линейной и ранговой корреляции, корреляционные отношения, уравнения регрессии. Применение корреляционного анализа для проверки геологических гипотез. Показатели тесноты корреляционной связи: ковариация, коэффициент корреляции, корреляционное отношение, пределы их изменения. Необходимость использования рангового коэффициента корреляции. Определение тесноты связи между качественными показателями. Коэффициент сопряженности. Использование уравнений регрессии. Моделирование пространственных переменных. Горно-геометрические модели регрессии для предсказания свойств геологических объектов.);

Раздел 4 Многомерные статистические модели. (Необходимость использования многомерных моделей при изучении геологических объектов и явлений. Условия применения многомерных статистических моделей: матрицы коэффициентов парной корреляции, коэффициенты частной и множественной корреляции. Множественная регрессия. Уравнения множественной регрессии. Использование многомерного корреляционного анализа в геологии. Применение многомерного корреляционного анализа и уравнений множественной регрессии для проверки геологических гипотез и предсказания свойств геологических объектов. Виды и типы моделей. Принципы и методы геолого-математического моделирования. Ковариационные и корреляционные матрицы, исследование структуры корреляционных матриц в целях классифицирования геологических объектов и решения задач

распознавания образов. Построение графов корреляционных связей, корреляционных профилей, дендрограмм. Группирование геологических объектов на основе оценки компактности образованных групп. Задачи классификации и распознавания образов в геологии. Каноническая корреляция. Кластерный и факторный анализы.);

Раздел 5 Моделирование пространственных переменных. (Геологические объекты как поля
пространственных переменных. Моделирование пространственной изменчивости с помощью топоповерхностей. Геологические, геохимические и геофизические поля.
Закономерная и случайная составляющие изменчивости. Способы сглаживания случайных полей. Сплайн-функции. Элементы неоднородности и анизотропия геологических полей. Сглаживание наблюдений методом П. Л. Каллистова. Применение тренд-анализа в геологии: фон, аномалия и поверхность тренда. Методы, статистические способы проверки гипотез о наличии тренда. Аппроксимация поверхностей тренда полиномами различных порядков. Построение поверхностей тренда с использованием компьютерных программ. Трансформация геологических полей. Моделирование дискретных полей. Проверка гипотез о случайном
расположении точек на плоскости. Выделение областей относительного сгущения или разряжения точек. Использование моделей дискретных полей для выявления закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых. Градиенты и энтропия. Моделирование дискретных случайных полей.);

Раздел 6 Моделирование свойств геологических объектов с помощью случайных функций (Случайные процессы и случайные последовательности в геологии. Проверка гипотезы о случайном расположении точечных геологических объектов. Характеристики случайных функций: математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная функция. Стационарные и эргодические случайные функции. Коэффициент автокорреляции и области его использования в геологии. Двумерная автокорреляционная функция. Взаимная корреляционная функция. Полигармонические случайные функции. Спектральная плотность дисперсии и спектр амплитуд. Выявление периодической составляющей изменчивости геологических объектов. Использование характеристик случайных функций для проверки гипотез о наличии тренда, оценки коэффициентов анизотропии и разделения изменчивости на закономерную и случайную составляющие. Полигармонические случайные функции. Гармонический анализ. Выявление и описание скрытых периодичностей в изменчивости свойств геологических объектов. Области применения случайных функций и гармонического анализа в геологии. Полувариограммы и крайгинг.);

Раздел 7 Горно-геометрические модели и тренд-анализ. (Линейная фильтрация; факторы, определяющие выбор и

эффективность использования математических методов в геологии. Основные понятия и термины геостати-стики. Дисперсия распространения. Формула Криге. Линейные эквивалентности проб, линейная фильтрация. Эффект самородков. Вариограммы и модели их аппроксимации. Крайгинг. Основные задачи геостатистического оценивания объектов. Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических моделей в геологии. Влияние типа геологической задачи на выбор математической модели. Свойства геологических объектов, определяющие эффективность применения методов математического моделирования. Способы снижения размерности геологических переменных. Влияние методики изучения геологических объектов на характер наблюдаемой изменчивости их свойств. Роль геологического анализа при геолого-математическом моделировании. Оценка соответствия геологической, выборочной и опробуемой совокупности. Оценка однородности изучаемых геологических объектов.);

Раздел 8 Компьютерный анализ геологической информации. (Формализация текстовых качественных данных. Знакомство с методами анализа в excel, со статистической программой (“STATISTICA”). Создание и редактирование файлов данных. Создание таблиц, преобразование файлов. Доверительная вероятность, достоверность аппроксимации, индекс корреляции, шкала Чеддока, теснота связи. Задачи с преобразованием числовой геологической информации в графическую. Геологические задачи с использованием процедуры парного корреляционного анализа для изучения связей между двумя случайными величинами. Составление многомерных выборочных совокупностей для решения геологических задач с использованием многомерных статистических моделей. Адаптивный анализ в геологии и в геохимии: методология адаптивного анализа. Граничные условия. Объект, элементы, границы объекта. Вещественно - энергетические потоки, стационарные потоки, нестационарные потоки. Энтропия, стационарная энтропия, неравновесная энтропия. Адаптивные параметры элементов. Адаптация химических элементов, минералов, рудных тел, слоев мантии и литосферы. Формирование состава геосфер в результате адаптации. Матричные элементы и их математический анализ. Математическое моделирование процессов минерагенеза, рудогенеза, накопления примесных элементов в минералах. Условия накопления примесных редкоземельных элементов в широко распространенных минералах, математическое моделирование данного
процесса.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*

дисциплины		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Введение в математические методы моделирования в геологии	2	
Раздел 2.	Геологические объекты и их свойства, понятие о математическом моделировании геологических объектов	2	
Раздел 3.	Одномерные статистические модели	2	
Раздел 4.	Многомерные статистические модели.	2	
Раздел 5.	Моделирование пространственных переменных.	2	
Раздел 6.	Моделирование свойств геологических объектов с помощью случайных функций	2	
Раздел 7.	Горно-геометрические модели и тренд-анализ.	2	
Раздел 8.	Компьютерный анализ геологической информации.	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 3.	Моделирование и технология адаптивного анализа минерагенеза редкоземельных и примесных элементов в минералах	12	
Раздел 6.	Математическое моделирование и управление адаптацией неживых объектов в хаотической среде. Математическое описание теории адаптации неживых объектов	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчет основных статистических показателей совокупности геологических данных	2	
Раздел 2.	Распределения геологических данных	2	
Раздел 3.	Оценка тесноты и формы парных корреляционных связей геологических данных	2	
Раздел 4.	Оценка тесноты и формы множественных корреляционных, регрессионных связей геологических величин	2	
Раздел 6.	Применение методов полиномиального моделирования геологических поверхностей; тренд-анализ	4	
Раздел 7.	Применение методов распознавания образов для группирования и классификации многомерных геологических объектов	4	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Подготовка к	8	

	лабораторной работе.		
Раздел 2.	1. Подготовка к лабораторной работе.	8	
Раздел 3.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	8	
Раздел 4.	1. Подготовка к лабораторной работе.	10	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	6	
Раздел 6.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	8	
Раздел 7.	1. Подготовка к лабораторной работе.	10	
Раздел 8.	1. Изучение теоретического материала.	11	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	*27*	
Итого:		**96**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Коробова, Л. А. Математическое моделирование. Практикум : учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с. – ISBN 978-5-00032-247-5. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482006 (дата обращения: 02.05.2024);

2 Методы моделирования и оптимизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / Б. А. Кустов, И. К. Коротких, А. А. Усольцев, В. А. Щеглов ; СибГИУ. – Новокузнецк 2000. – 76 с. : ил. – ISBN 5780600651. – ISBN 5780600651.;

3 Калинин, Э.В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование : учебник / Э. В. Калинин. – Москва : МГУ, 2006. – 256 с. – ISBN 5-211-04961-6. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049616.html (дата обращения: 03.05.2024);

4 Математическое моделирование : лабораторный практикум / авт.-сост. О. Е. Зеливянская ; Министерство образования Российской Федерации, Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ),

2016. – 144 с. : ил. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467014 (дата обращения: 03.05.2024).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную компьютерами;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.02 «Прикладная геология».

Составитель(и):

доцент Гумиров Шамил Валетдинович (кафедра геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Математические методы моделирования в геологии»

по направлению подготовки (специальности)
21.05.02 «Прикладная геология»
(направленность (профиль): «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»)
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование личности обучающегося, развитие его интеллекта и способностей к логическому мышлению;
– приобретение обучающимися теоретических знаний по основным математическим методам, применяемым при обработке геолого-геохимических и других данных, получаемых на разных стадиях геологических исследований;
– формирование способности у обучающихся применять методы математического моделирования в исследовании геологических объектов и геолого-генетических процессов, при прогнозировании месторождений полезных ископаемых и при решении прикладных и научных задач в разных областях геологии.

Задачами учебной дисциплины являются:

– дать необходимое представление об основных математических методах обработки геолого-геохимической информации и научиться их применять на практике;
– научить обучающихся способам представления и формализации геологических данных для их машинного представления;
– научить обучающихся приемам геолого-генетической интерпретации результатов обработки геологической информации;
– выработать умение анализировать полученные результаты;
– привить навыки самостоятельного изучения литературы по прикладной математике;
– научить приёмам работы с программными средствами, ориентированными на подготовку, ввод и обработку массовых геологических данных.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.02 «Прикладная геология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Химия;
– Механика;
– Информационные технологии;
– Математика;
– Компьютерная графика;
– Электротехника и электроника;
– Общая геология;
– Кристаллография и минералогия;
– Литология;
– Основы палеонтологии и общая стратиграфия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых;
– Основы технологии переработки руд;
– Региональная геология;
– Историческая геология;
– Генетическая и технологическая кристаллохимия и минералогия;
– Основы учения о полезных ископаемых;
– Общая геохимия;
– Формационный анализ;
– Геотектоника и геодинамика;
– Геоинформационные системы;
– Структурная геология;
– Основы разработки месторождений твердых полезных ископаемых;
– Основы гидрогеологии и инженерной геологии.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Техническое проектирование	ОПК-6: Способен	ОПК-6.2 Использует программное	– знать: типичные проблемы в геологии,

	работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	обеспечение общего, специального назначения для моделирования горных и геологических объектов	методы и способы их решения. – уметь: собирать, эффективно обрабатывать и анализировать геологическую информацию с применением современных машинных технологий с целью решения геологических проблем.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***69***	*69*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение в математические методы моделирования в геологии (Место и роль математических методов моделирования в процессе изучения геологических объектов и процессов, в повышении эффективности геологоразведочных работ. Использование в моделировании теории систем, теории множеств, теории автоматов, теории графов.);

Раздел 2 Геологические объекты и их свойства, понятие о математическом моделировании геологических объектов (Виды математических моделей. Частота, частость, вероятность появления события. Законы распределения случайной величины. Параметры распределения случайной величины: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициенты

асимметрии и эксцесса. Закономерности формирования и развития геологического объекта.);

Раздел 3 Одномерные статистические модели (Условия применения одномерных статистических моделей в геологии. Статистические законы распределения, используемые в геологии. Точечные и интервальные оценки свойств геологических объектов. Статистическая проверка геологических гипотез. Область применения параметрических и непараметрических критериев согласия. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Двумерные модели. Виды связей между двумя случайными величинами: функциональная, стохастическая, корреляционная. Способы выявления и исследования корреляционных связей. Облако точек, эмпирические линии регрессии. Линейные и нелинейные уравнения регрессии. Условия применения двумерных статистических моделей в геологии. Графические способы изучения зависимостей в геологии: точечные диаграммы, параллельные схематические диаграммы, эмпирические линии регрессии. Статистические характеристики системы двух случайных величин: коэффициенты линейной и ранговой корреляции, корреляционные отношения, уравнения регрессии. Применение корреляционного анализа для проверки геологических гипотез. Показатели тесноты корреляционной связи: ковариация, коэффициент корреляции, корреляционное отношение, пределы их изменения. Необходимость использования рангового коэффициента корреляции. Определение тесноты связи между качественными показателями. Коэффициент сопряженности. Использование уравнений регрессии. Моделирование пространственных переменных. Горно-геометрические модели регрессии для предсказания свойств геологических объектов.);

Раздел 4 Многомерные статистические модели. (Необходимость использования многомерных моделей при изучении геологических объектов и явлений. Условия применения многомерных статистических моделей: матрицы коэффициентов парной корреляции, коэффициенты частной и множественной корреляции. Множественная регрессия. Уравнения множественной регрессии. Использование многомерного корреляционного анализа в геологии. Применение многомерного корреляционного анализа и уравнений множественной регрессии для проверки геологических гипотез и предсказания свойств геологических объектов. Виды и типы моделей. Принципы и методы геолого-математического моделирования. Ковариационные и корреляционные матрицы, исследование структуры корреляционных матриц в целях классифицирования геологических объектов и решения задач распознавания образов. Построение графов корреляционных связей, корреляционных профилей, дендрограмм. Группирование геологических объектов на основе оценки компактности образованных групп. Задачи классификации и распознавания образов в геологии. Каноническая корреляция. Кластерный и факторный анализы.);

Раздел 5 Моделирование пространственных переменных. (Геологические объекты как поля
пространственных переменных. Моделирование пространственной изменчивости с помощью топоповерхностей. Геологические, геохимические и геофизические поля.
Закономерная и случайная составляющие изменчивости. Способы сглаживания случайных полей. Сплайн-функции. Элементы неоднородности и анизотропия геологических полей. Сглаживание наблюдений методом П. Л. Каллистова. Применение тренд-анализа в геологии: фон, аномалия и поверхность тренда. Методы, статистические способы проверки гипотез о наличии тренда. Аппроксимация поверхностей тренда полиномами различных порядков. Построение поверхностей тренда с использованием компьютерных программ. Трансформация геологических полей. Моделирование дискретных полей. Проверка гипотез о случайном
расположении точек на плоскости. Выделение областей относительного сгущения или разряжения точек. Использование моделей дискретных полей для выявления закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых. Градиенты и энтропия. Моделирование дискретных случайных полей.);

Раздел 6 Моделирование свойств геологических объектов с помощью случайных функций (Случайные процессы и случайные последовательности в геологии. Проверка гипотезы о случайном расположении точечных геологических объектов. Характеристики случайных функций: математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная функция. Стационарные и эргодические случайные функции. Коэффициент автокорреляции и области его использования в геологии. Двумерная автокорреляционная функция. Взаимная корреляционная функция. Полигармонические случайные функции. Спектральная плотность дисперсии и спектр амплитуд. Выявление периодической составляющей изменчивости геологических объектов. Использование характеристик случайных функций для проверки гипотез о наличии тренда, оценки коэффициентов анизотропии и разделения изменчивости на закономерную и случайную составляющие. Полигармонические случайные функции. Гармонический анализ. Выявление и описание скрытых периодичностей в изменчивости свойств геологических объектов. Области применения случайных функций и гармонического анализа в геологии. Полувариограммы и крайгинг.);

Раздел 7 Горно-геометрические модели и тренд-анализ. (Линейная фильтрация; факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов в геологии. Основные понятия и термины геостати-стики. Дисперсия распространения. Формула Криге. Линейные эквивалентности проб, линейная фильтрация. Эффект самородков. Вариограммы и модели их

аппроксимации. Крайгинг. Основные задачи геостатистического оценивания объектов. Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических моделей в геологии. Влияние типа геологической задачи на выбор математической модели. Свойства геологических объектов, определяющие эффективность применения методов математического моделирования. Способы снижения размерности геологических переменных. Влияние методики изучения геологических объектов на характер наблюдаемой изменчивости их свойств. Роль геологического анализа при геолого-математическом моделировании. Оценка соответствия геологической, выборочной и опробуемой совокупности. Оценка однородности изучаемых геологических объектов.);

Раздел 8 Компьютерный анализ геологической информации. (Формализация текстовых качественных данных. Знакомство с методами анализа в excel, со статистической программой (“STATISTICA”). Создание и редактирование файлов данных. Создание таблиц, преобразование файлов. Доверительная вероятность, достоверность аппроксимации, индекс корреляции, шкала Чеддока, теснота связи. Задачи с преобразованием числовой геологической информации в графическую. Геологические задачи с использованием процедуры парного корреляционного анализа для изучения связей между двумя случайными величинами. Составление многомерных выборочных совокупностей для решения геологических задач с использованием многомерных статистических моделей. Адаптивный анализ в геологии и в геохимии: методология адаптивного анализа. Граничные условия. Объект, элементы, границы объекта. Вещественно - энергетические потоки, стационарные потоки, нестационарные потоки. Энтропия, стационарная энтропия, неравновесная энтропия. Адаптивные параметры элементов. Адаптация химических элементов, минералов, рудных тел, слоев мантии и литосферы. Формирование состава геосфер в результате адаптации. Матричные элементы и их математический анализ. Математическое моделирование процессов минерагенеза, рудогенеза, накопления примесных элементов в минералах. Условия накопления примесных редкоземельных элементов в широко распространенных минералах, математическое моделирование данного
процесса.).

6 Составитель(и):

доцент Гумиров Шамил Валетдинович (кафедра геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности).