

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пушаровский/
«__» _____ 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Структурно-петрофизический анализ

Автор-составитель: Бурмистров А.А.

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» в редакции приказа МГУ № 1674 от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2016.

© 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 «Структурно-петрофизический анализ» является освоение студентами теоретических основ и приобретение практических навыков проведения структурных исследований и лабораторных определений физических свойств вмещающих пород и руд для изучения условий образования и оценки рудных месторождений.

Задачи:

1. Провести сравнительный анализ основных видов структурных исследований;
2. Получить базовые навыки работы со стереопроекциями (сетками) в контексте их использования для изучения структур месторождений и рудных полей;
3. Освоить основные методы изучения трещинной тектоники;
4. Овладеть основными методами определения физико-механических и других петрофизических свойств пород и руд и оценки их роли в локализации и изучении рудных месторождений;
5. Получить общие навыки оценки физико-геологических условий и выделения этапов образования и преобразования пород и руд;
6. Изучить основные подходы и принципы применения результатов структурных и петрофизических исследований для прогнозной оценки рудных объектов и направления поисково-разведочных работ.

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс IV, семестр 7.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Химия физическая, коллоидная», «Структурная геология и геокартирование», «Геология твердых полезных ископаемых», «Геофизические методы исследований», «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография»; «Математические методы в геологии»; иметь навыки полевых исследований (в объемах учебных и преддипломной практик).

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

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

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

ПК-1.Б Способность самостоятельно осуществлять сбор геологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых/лабораторных исследований (в соответствии с профилем подготовки).

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности.

обобщения геологической информации.

ПК-8.Б Готовность к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки.

3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

знать: задачи и теоретические основы методов структурно-петрофизического анализа, основные требования к исходной и получаемой информации и принципы ее использования для изучения условий образования рудных месторождений и их оценки.

уметь: использовать теоретические знания для самостоятельного сбора информации о структурных параметрах и физико-механических свойствах вмещающих пород и руд, осуществлять обработку и анализ получаемой при этом информации с учетом данных по геологическому строению месторождений и вещественному составу пород и руд.

владеть: требуемыми приемами работы на лабораторных установках и методами проведения измерений структурных и петрофизических параметров, а также приемами ручной и компьютерной обработки полученных данных.

4. Формат обучения – лекционные и лабораторные занятия

5. Объем дисциплины составляет 4 з. е., в т.ч. **68** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (занятия лекционного типа – **28** часов, лабораторные работы – **28** часов промежуточная аттестация - **6** час., консультация перед промежуточной аттестацией – **2** часа), самостоятельная работа – **88** час .

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

6.1. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

Методика структурно-петрофизических исследований технологически отработана и доступна к использованию широким кругом геологов. При этом используются и другие виды структурного анализа (построение стереопроекций структурных элементов, анализ трещинной тектоники, основы тектонофизического и микроструктурного анализа (рассматриваются в первой части курса).

Во второй части курса рассматриваются методы изучения и направления использования в рудной геологии физико-механических и других физических свойств пород и руд (магнитных, электрических, ядерно-физических, тепловых), а также виды упругой анизотропии, ее использование в анализе современных и палеотектонических напряжений и выделения этапов формирования структур рудных полей и месторождений. Изучаются закономерности изменения свойств и их использование для оценки условий образования и прогноза масштабов оруденения различных типов. Рассматриваются примеры использования структурно-петрофизического анализа в изучении различных типов рудных месторождений, в решении задач, связанных с безопасностью захоронения радиоактивных отходов, при оценке качества природного и синтетического минерального сырья.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Самостоятельная работа обучающегося, часы(виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	
ЧАСТЬ I. Основные методы структурных исследований в структурно-петрофизическом анализе				
История развития и обзор современных методов структурных и петрофизических исследований	4	2		Подготовка в контрольному опросу, 2 час.

Стереографические и зенитальные проекции и сетки и построение проекций структурных элементов	18	4	4	Выполнение графической работы - построение проекций структурных элементов, 10 час.
Основные методы изучения трещинной тектоники	18	2	4	Выполнение графической работы, 12 час. (построение диаграмм ориентировок трещин и структурных схем штокверков)
Напряжения и деформации, поля напряжений	16	4	4	Подготовка к контрольной работе, 8 час.
ЧАСТЬ II. Методы петрофизических исследований рудных полей и месторождений				
Классификация петрофизических свойств и их использование в изучении рудных месторождений	10	2	2	Подготовка к контроль- ному опросу, 6 час.
Физико-механические свойства пород и руд и методы их определения	16	4	4	Подготовка к контроль- ному опросу, 8 час.
Обобщение и анализ петрофизических данных, петрофизические коэффициенты, группы	16	2	2	Выполнение расчетной работы (расчет петрофизических коэффициентов по полученным экспериментальным данным), 12 час.
Закономерности изменения физико-механических свойств пород и руд при различных геологических процессах, петрофизические и геохимические аномалии	8	2	2	Подготовка к контроль- ному опросу, 4 час.
Петрофизические типы сред и структурно-петрофизические барьеры рудоотложения	12	2	2	Подготовка к контроль- ному опросу, 8 час.
Ультразвуковой структурный анализ пород и руд.	8	2	2	Подготовка к контроль- ному опросу, 4 час.
Оценка термодинамических параметров формирования месторождений по петрофизическим данным	8	2	2	Подготовка к контроль- ному опросу, 4 час.
Промежуточная аттестация- экзамен	10			10
Итого	144	56		88

6.2. Содержание дисциплины по разделам и темам

Содержание лекционных занятий

Часть 1. Основные методы структурных исследований в структурно-петрофизическом анализе

1.1. Краткий обзор современных методов структурных исследований рудных полей и месторождений. Предмет, цели и задачи структурных исследований в рудной геологии, понятие структуры. Краткая характеристика картировочных и аналитических методов структурных исследований и их взаимосвязь (объекты, масштабы, виды работ, требования к результатам и форме их представления).

1.2. Стереографические и зенитальные проекции и сетки и построение проекций структурных элементов. Определение стереографической и зенитальной проекций, изображение сферы на плоскости (сетки Вульфа, Шмидта, Болдырева, Каврайского), оценка масштабов изображений на них. Линейные и плоскостные геологические структурные элементы, параметры их ориентировки в пространстве. Построение проекций структурных элементов, определение их ориентировок на сетке В. Шмидта.

1.3. Основные методы изучения трещинной тектоники. Определение трещины, классификация трещин, роль зон трещиноватости и разрывных нарушений в образовании месторождений (рудоподводящие, рудораспределяющие, рудолокализирующие). Методы изучения трещинной тектоники, построение роз-диаграмм, диаграмм-матриц, круговых диаграмм. Картирование штокверков.

1.4. Напряжения и деформации, изучение полей напряжений. Виды напряжений и деформации. Поля напряжений. Концентрация напряжений, геодинамические и структурные барьеры рудоотложения. Понятия о методах восстановления ориентировки напряжений, структурные парагенезисы.

Часть 2. Методы петрофизических исследований рудных полей и месторождений.

2.1. Классификация петрофизических свойств и их использование для изучения рудных месторождений. Группы петрофизических свойств. Их связь со структурой и составом пород и руд. Лабораторное петрофизическое оборудование. Полевые и лабораторные структурно-петрофизические исследования.

2.2. Физико-механические свойства пород и руд и методы их определения. Теоретические основы и основные методы определения по группам (плотностные, фильтрационные, упруго-прочностные). Составление петрофизического паспорта образца и его анализ.

2.3. Закономерности изменения физико-механических свойств пород и руд при различных геологических процессах, петрофизические и геохимические аномалии. Изменение физико-механических свойств при гидротермально-метасоматических, тектонических процессах и метаморфизме. Методы восстановления первичных свойств пород и руд. Выделение, оценка интенсивности и масштабов рудно-петрофизических аномалий, их связь с геохимическими аномалиями, использование для оценки месторождений.

2.4. Оценка термодинамических параметров формирования месторождений по петрофизическим данным. Закономерности изменения свойств в зависимости от фаций пород, степени метаморфизма, тектонических деформаций и метасоматических преобразований пород и руд. Оценка изменения удельной энтропии и средней плотности упаковки атомов при рудно-метасоматических преобразованиях пород.

2.5. Обобщение и анализ петрофизических данных, петрофизические коэффициенты, группы. Их определение, выявление и оценка рудно-петрофизических аномалий.

2.6. Петрофизические типы сред и структурно-петрофизические барьеры рудоотложения. Выделение типов сред и их роль в образовании структурно-петрофизических барьеров и рудных столбов.

2.7. Ультразвуковой структурный анализ пород и руд. Принципы симметрии в рудной петрофизике (Кюри, Зандера, Неймана). Упругая анизотропия пород и руд и методы ее изучения. Ультразвуковой метод изучения упругой анизотропии пород, аппаратура для ее измерения и работа с программным обеспечением по обработке лабораторных

исследований. Интерпретация видов анизотропии и восстановление полей палеотектонических напряжений и этапов формирования структур месторождений и рудных полей.

6.4. Рекомендуемые образовательные технологии:

во время аудиторных занятий (56 часов) занятия проводятся в форме лекций, лабораторных и практических занятий. Используются стереографические сетки, палетки, ПК и компьютерный проектор, оверхед в аудитории и в рудно-петрофизической лаборатории с исследованием коллекций образцов руд, вмещающих пород. Измерения физических свойств образцов проводятся на современной ультразвуковой аппаратуре - УК1401 (пр-во «АКС», РФ), твердометре ТШ-2, капнаметре ПИМВ1М (АО «Геологоразведка»), тестере RLC «АКИП6102 (КНР) и др.

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 лабораторных и практических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля (темы контрольных):

1. Виды стереографических сеток по положению экватора и полюса, по положению центра проецирования.
2. Основные методы изучения трещинной тектоники.
3. Изменение физико-механических свойств при гидротермально-метасоматических, тектонических процессах и метаморфизме.
4. Изменения свойств горных пород в зависимости от фаций пород, степени метаморфизма, тектонических деформаций.
5. Петрофизические коэффициенты.
6. Оценка структурно-петрофизических аномалий.
7. Типы среди структурно-петрофизические барьеров.
8. Принципы симметрия в рудной петрофизике.
9. Аппаратура, применяемая для изучения упругой анизотропии пород.
10. Виды напряжений.

Содержание лабораторных работ и практических заданий (темы):

1 часть. Построение проекций структурных элементов, определение их ориентировок, восстановление их первичных ориентировок и положения линий пересечения тектонических нарушений и погружения рудных столбов.

Расчет величин напряжений, построение схем полей и зон концентраций напряжений для заданных структурных и тектонофизических условий.

Построение диаграмм трещиноватости, структурных схем и профилей штокверков.

2 часть. Определение основных физико-механических, электрических, магнитных, ядерно-физических и термодинамических параметров пород и руд, упругой анизотропии с использованием имеющейся аппаратуры и учебных образцов пород и руд в рудно-петрофизической лаборатории кафедры и программного обеспечения, разработанного на кафедре и также Stereo-32Beta (K. Roeller, Bochum, Germany, 2010).

Расчеты петрофизических коэффициентов, определения типа петрофизической среды структурообразования по результатам исследования образцов, выделение и оценка петрофизических аномалий.

7.2. Примерный перечень вопросов для проведения промежуточного контроля (экзамен):

1. Типы пористости, ее значение для изучения условий локализации оруденения и сущность

- основных методов ее изучения. 2. Динамика свободного насыщения пород водой, ее структурно-петрофизические параметры и методика изучения.
3. Ультразвуковой структурный анализ пород и руд (УСАПИР) (задачи, описание метода). Индикатрисы скоростей продольных ультразвуковых волн. 4. Полевые и лабораторные структурно-петрофизические исследования. 5. Электрические, магнитные свойства и естественная радиоактивность, их связь с составом пород и руд, поисковое значение.
6. Методы изучения анизотропии упругих свойств.
7. Типы упругой анизотропии пород и руд и их связь с полями палеонапряжений и деформаций.
8. Удельная энтропия, ее расчет и связь с условиями образования и преобразования горных пород и руд.
9. Физико-механические свойства и фации горных пород (осадочных, магматических, метаморфических).
10. Восстановление первичных физико-механических свойств пород.
11. Три основных типа петрофизических барьеров рудоотложения и причины образования рудных столбов.
12. Петрофизические и геохимические аномалии.
13. Петрофизический метод поисков и прогнозной оценки рудных объектов (продуктивности и масштабов оруденения, уровня эрозионного среза).
14. Структурные барьеры рудоотложения.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: задачи и теоретические основы методов структурно-петрофизического анализа, основные требования к исходной и получаемой информации и принципы ее использования для изучения условий образования рудных месторождений и их оценки.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать теоретические знания для самостоятельного сбора информации о структурных параметрах и физико-механических свойствах вмещающих пород и руд, осуществлять обработку и анализ получаемой при этом информации с учетом	Признаки умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускаются неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять, разрабатывать и правильно использовать структурно-петрофизичес	Умение определять и использовать указанные параметры и методы, самостоятельно использовать их в научной и практической

данных по геологическому строению месторождений и вещественному составу пород и руд.			кие данные.	рудно-геологической области деятельности
Владение: требуемыми приемами работы на лабораторных установках и методами проведения измерений структурных и петрофизических параметров, а также приемами ручной и компьютерной обработки полученных данных.	Навыки владения оборудовани ем, изученными способами и приемами обработки информации отсутствуют	Фрагментарное владение изученными способами, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки проведения указанных измерений и обработки данных	Владение изученными в этом курсе способами и приемами с возможностью проведения самостоятельных работ на высоком уровне

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

Основная литература:

1. Бурмистров А.А., Старостин В.И., Дергачев А.Л., Петров В.А. Структурно-петрофизический анализ месторождений полезных ископаемых (учебник). М., Макс-Пресс, 2009. 408 с.
2. Вахромеев Г.С., Ерофеев Л.Я., Канаikin В.С., Номоконова Г.Г. Петрофизика: Учебник для вузов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997. 462 с.
3. Старостин В.И. Палеотектонические режимы и механизмы формирования структур рудных месторождений. М.: Недра, 1988. 256 с.
4. Яковлев Г.Ф., Старостин В.И. Методы исследования структур рудных полей и месторождений. (Геол. методы поисков и разведки месторождений металлических полезных ископаемых. Обзор ВИЭМС). 20 с.

Дополнительная литература:

1. Александров К.С., Продайвода Г.Т. Анизотропия упругих свойств минералов и горных пород. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 354 с.
 2. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М. «Наука», 1975. 536 с.
 3. Звягинцев Л.И. Деформации горных пород и эндогенное рудообразование. М.: Наука, 1978. 174 с.
 4. Лукин Л.И., Чернышев В.Ф., Кушнарeв И.П. Микроструктурный анализ. М.: Наука, 1965. 124 с.
 5. Определение петрофизических характеристик по образцам. М. Недра, 1977. 432 с.
 6. Очеретенко И.А., Трощенко В.В. Стереографические проекции в структурной геологии. Л. «Недра», 1978. 136 с.
 7. Петрофизика: Справочник. В трех книгах. М. Недра, 1992.
 8. Роль физико-механических свойств горных пород в локализации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1973. 239 с.
 9. Соловьев Г.А. Петрофизическая характеристика эндогенных месторождений. М.: Недра, 1984. 160 с.
 10. Шафрановский И.И., Плотников Л.М. Симметрия в геологии. Л.: Недра, 1975.
- в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы: выход в Интернет с ПК, Для обработки данных применяются стандартные и специальные компьютерные программы (Excel, Stereo-32, Statistica-10, Построение диаграмм УЗИ (А.Б Волков, В.А. Петров)).

Б) Материально-техническое обеспечение дисциплины

- а) помещения: аудитория, рассчитанная на группу из 30 учащихся; лаборатория с

подведенной водой, аппаратурой для петрофизических исследований (современной ультразвуковой аппаратурой -УК1401, твердометром ТШ-2, каппаметром ПИМВ1М, тестером RLC “АКИП6102.

б) оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран;

электронные весы, кюветы, термостаканы, твердометр, термовакuumный шкаф, аппаратура для измерения упругих, электрических, магнитных параметров, естественной радиоактивности;

в) иные материалы – сетки для построения стереопроекций, учебные образцы пород и руд, модели построения стереопроекций.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель - доцент Бурмистров А.А.

11. Автор-составитель - доцент Бурмистров А.А.