

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**

**Структурно-петрофизический анализ**

Автор-составитель: А.А. Бурмистров

**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.*

## **Цели и задачи дисциплины**

**Цель** – 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:**

- провести сравнительный анализ основных видов структурных исследований;
- получить базовые навыки работы со стереопроекциями (сетками) в контексте их использования для изучения структур месторождений и рудных полей;
- освоить основные методы изучения трещинной тектоники;
- овладеть основными методами определения физико-механических и других петрофизических свойств пород и руд и оценки их роли в локализации и изучении рудных месторождений,
- получить общие навыки оценки физико-геологических условий и выделения этапов образования и преобразования пород и руд;
  - изучить основные подходы и принципы применения результатов структурных и петрофизических исследований для прогнозной оценки рудных объектов и направления поисково-разведочных работ.

### **Краткое содержание дисциплины (аннотация)**

Методика структурно-петрофизических исследований технологически отработана и доступна к использованию широким кругом геологов. Основными разделами данного курса являются: основные методы структурных исследований в изучении геологического строения рудных полей и месторождений (обзор), построение стереографических проекций структурных элементов и определение их ориентировок, изучение трещинной тектоники и структуры рудных штокверков с основами тектонофизического анализа полей палеотектонических напряжений, основные лабораторные методы изучения физико-механических, электрических, магнитных, ядерно-физических свойств пород и руд, ультразвуковой структурный анализ пород и руд., принципы и способы использования структурной и петрофизической информации для прогнозной оценки и условий и этапов образования рудных месторождений, качества минерального сырья. На лабораторных занятиях студенты получают практические навыки измерения петрофизических свойств, обработки структурных и петрофизических данных и интерпретации полученных результатов.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП** - относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:** базируется на знаниях по дисциплинам: «Высшая математика», «Физика»; «Структурная геология», «Геология твердых полезных ископаемых», «Геофизические методы исследований», «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография». Студенты должны также иметь навыки полевых исследований (первая и вторая геологические практики).

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ПК-1Б.Способен самостоятельно осуществлять сбор геологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых/лабораторных исследований (в соответствии с профилем подготовки).	<p><b>Б.ПК-1. И-1.</b> Имеет навыки поиска и сбора информации по объектам исследований, в том числе – с помощью современных ИТ-технологий.</p> <p><b>Б.ПК-1. И-2.</b> Владеет приемами анализа и обобщения полученной информации в т.ч. – с применением компьютерных технологий.</p> <p><b>Б.ПК-1. И-3.</b> Владеет базовыми навыками полевых/лабораторных исследований (по профилю подготовки).</p>	<p><b>знать:</b> 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.</p>
ПК-2Б.Способен в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в получении и интерпретации информации (в соответствии с профилем подготовки).	<p><b>Б.ПК-2. И-1.</b> Под руководством специалиста высокой квалификации участвует в получении информации по объектам исследования (в соответствии с профилем подготовки), составляет рефераты и аналитические обзоры по собранной информации.</p> <p><b>Б.ПК-2. И-2.</b> Владеет навыками по обработке полученных результатов согласно требованиям, принятым в</p>	<p><b>уметь:</b> 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</p>

	<p>профессиональном сообществе.</p> <p><b>Б.ПК-2. И-3.</b> Готовит отчетную документацию по выполненной работе.</p>	<p>месторождений и вещественному составу пород и руд.</p>
<p>ПК-8Б.Способен пользоваться нормативными документами, определяющими качество проведения полевых, лабораторных, вычислительных и интерпретационных работ (по профилю подготовки).</p>	<p><b>Б.ПК-8. И-1.</b> Знает порядок применения отраслевых нормативных документов по качеству работ при проектировании полевых, лабораторных, вычислительных и интерпретационных работ (по профилю подготовки).</p>	<p><b>владеть:</b> требуемыми приемами работы на лабораторных установках и методами проведения измерений структурных и петрофизических параметров, а также приемами ручной и компьютерной обработки полученных данных.</p>

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., в том числе 56 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и лабораторные занятия вместе), 16 академических часов 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.)

**4.6. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и темам, а также видам учебной работы (формам проведения занятий) с указанием форм текущего контроля и промежуточной аттестации**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	Расчетно - графиче	Работа с литературой	Подготовка к контролю	Всего
Раздел I.  Тема 1.	3	2		2		1		1

Введение								
Тема 2	14	4	6	10	4			4
Тема 3	4	2	2	4				
Тема 4	4	2	2	4				
Текущая аттестация (контрольная работа)	2						1	1
Раздел II. Тема 1	3	2		2		1		1
Тема 2	13	4	6	10	3			3
Тема 3	2	2		2				
Тема 4	10	2	6	8	2			2
Тема 5	4	2	2	4				
Тема 6	4	4		4				
Тема 7	7	2	4	6	1			1
Текущая аттестация (тест)	1						1	1
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	2	Устный экзамен			2			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>56</b>			<b>16</b>			

### Содержание лекций

#### Раздел I. Основные методы структурных исследований в структурно-петрофизическом анализе

**Тема 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).

**Тема 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.

**Тема 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.

**Тема 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.

## **Раздел II. Методы петрофизических исследований рудных полей и месторождений.**

**Тема 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.

**Тема 2. Физико-механические свойства пород и руд и методы их определения.** Теоретические основы и основные методы определения по группам (плотностные, фильтрационно-пористостные, упруго-прочностные). Составление петрофизического паспорта образца и его анализ.

**Тема 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.

**Тема 4. Электрические, магнитные и ядерно-физические свойства пород и руд, их измерение и использование в рудно-петрофизических исследованиях рудных полей и**

**месторождений.** Теоретические основы изучения основных свойств этих групп, лабораторное оборудование и методика измерения этих свойств, закономерности связи величин этих свойств с вещественным составом и структурой пород и руд, комплексные рудно-петрофизические аномалии.

**Тема 5. Обобщение и анализ петрофизических данных, петрофизические коэффициенты, группы.** Их определение, выявление и оценка рудно-петрофизических аномалий.

**Тема 6. Петрофизические типы сред и структурно-петрофизические барьеры рудоотложения.** Выделение типов сред и их роль в образовании структурно-петрофизических барьеров и рудных столбов.

**Тема 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.

#### **Содержание лабораторных работ:**

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

**Работа 2.** Расчет величин напряжений, построение схем полей и зон концентраций напряжений для заданных структурных и тектонофизических условий.

**Работа 3.** Построение диаграмм трещиноватости, структурных схем и профилей штокверков.

**Раздел II. Работа 1.** Определение основных физико-механических, 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).

**Работа 2.** Расчеты петрофизических коэффициентов, определения типа петрофизической среды структурообразования по результатам исследования образцов, выделение и оценка петрофизических аномалий.

**Работа 3.** Определение некоторых наиболее важных для исследований электрических, магнитных, тепловых, ядерно-физических и термодинамических параметров пород и руд.

**Работа 4.** Определение упругой анизотропии пород и руд.

По работам 1, 2 и 4 студентами самостоятельно оформляются паспорта образцов (пример приведен ниже).

### ПАСПОРТ ОБРАЗЦА N\_\_ТЛ-8А\_\_

1.Плотностные и фильтрационные свойства (Прим.: расчеты привести на обороте страницы)

Порядок замеров	Вес образца, г	Дата и время замера	Время насыщения, мин., часы, сутки
<u>Вес в воздухе</u> сухого образца <b>Pc</b>	120.51	17.02	-
<u>Вес в воде:</u> сухого- <b>Po</b>	70.15	16ч 30мин	0 мин.
после 1 мин. насыщения- <b>P1</b>	70.57	16ч 31мин	1 мин.
<b>P2</b>	72.12	16ч 41мин	_____мин.
<b>P3</b>	74.07	18ч 30мин	_____мин.
<b>P4</b>	75.3	18.02, 15ч 30 мин	_____часов
<b>P5</b>	75.35	21.02	_____суток
<u>Вес _____ полностью насыщенного обр. в воде</u> - <b>Pн\в</b>	75.37	27.02	_____суток
<b>Свойства:</b>	<b>Формулы расчета</b>		<b>Значение, ед. измерения</b>
Объемная масса $\rho_v$			
Плотность $\rho$			
Эффективная пористость $P_{эф}$			
Интенсивность насыщения <b>B</b>			
Условно-мгновенное насыщение <b>A</b>			

Период полунасыщения $T_{1/2}$		
Относит. (f) и абс. ( $\Delta$ ) погрешности измерения (для Пэф или $\square$ )		

Краткое макроскопическое описание образца (название породы, место отбора, структурно-текстурные особенности, характер изменений): туф дацитов (м-е Тулукуевское, Забайкалье):

## 2. УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА (ТЛ-8А)

Статические параметры: число твердости по Бринеллю (НВ), коэффициент пластичности (Кпл), модуль деформации ( $E_{ст}$ )

Нагрузка, $P$ , кг	Диаметр отпечатка $d$ , мм	Формула и значение НВ, ед. изм.	Формула и значение диаметра “упругого” отпечатка, $d_{упр}$ , мм	Кпл	$E_{ст}$ , ед изм.
187.5	1.8				

Примечание: все расчеты показать на обороте

Динамические параметры : модули упругости ( $E$ ,  $G$ ,  $K$ ), коэффициент Пуассона ( $\mu$ ) и температура Дебая ( $\theta$ )

Исходные данные для расчета параметров (тестер УК14-01)

<u>время <math>t_p</math>, мкс- 11.1</u>	<u>расстояние <math>d</math>, мм -40</u>	<u>время <math>t_s</math>, мкс- 16.8</u>	<u>расстояние <math>d</math>, мм-40</u>
--	--	--	---

Параметр	Формула	Значение, единица измерения
$V_p$		

Vs		
$\mu$		
G		
E		
K		

3. Комплексный петрофизический коэффициент (Кпк) – расчет с использованием табл.1 (выдается).

Кпк		
-----	--	--

#### 4. АНИЗОТРОПИЯ ТРЕЩИННО-ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА(ТЛ-8А)

тр,мкс (насыщ)	тр,мкс (сух)	dm м	Vp (насыщ)	Vp (сух.)	формула расчета модуля трещиноватост и	значение	Коэфф. анизотропи и
11.1	11.3	40				$n_{  } =$	
11.5	12.3	40				$n_{\perp} =$	

#### Основные выводы по результатам проведенных исследований

##### 1. Роль изученного типа пород в локализации эндогенного оруденения

(обосновать прогнозируемый структурно-морфологический тип оруденения, если порода относится по типу к рудовмещающей). Обоснование выводов дается в соответствии с прилагаемой табл.2 (выдается).

##### 2. Оценка петрофизической аномалии и критерии прогнозирования оруденения

(обосновать наличие или отсутствие петрофизической аномалии, связанной с околорудными метасоматическими изменениями, оценить ее интенсивность по величине Кпк; дать общую формулу определения масштабов аномалии; выборочно по 1-2 параметрам рассчитать Кап, принимая средние значения параметров по району из табл.1 за фоновые )

##### **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.**

Контрольные вопросы и задания (примеры):

по первой части курса:

1. Виды стереографических сеток по положению экватора и полюса, по положению центра проецирования. 2. Построить плоскость крыла складки и его полюс, если его Аз пад. 120 угол 40. 3. Определить кажущийся угол падения пласта (Аз. пад. 40 угол пад. 50) в разрезе по линии Аз. 0. 4. Определить структурные параметры штокверка, если имеются данные по мощности каждого прожилка (1, 5, 3, 7, 12, 20, 40 мм) и размеров блока пород (обнажения), где проводились замеры (1x3x1 м).

по второй части курса:

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.

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

1. Реконструкция палеотектонических полей напряжений по индикатрисам скоростей упругих волн, какие типы анизотропии здесь можно использовать, примеры.

2. Определить величины разных типов пористости, если вес сухого образца = 120 г, вес его в воде до насыщения – 60 г, после – 65 г. Плотность твердой фазы = 3 г/куб.см.

3. Восстановление первичных физико-механических свойств пород – примеры.

4. Определить удельное сопротивление образца, если его площадь 10 см<sup>2</sup>. Толщина 2 см, емкость 10 пкФ, а тангенс угла диэлектрических потерь = 1.

5. Анизотропия напряженного состояния – причины появления и способ определения.

6. Определить ориентировку главных нормальных напряжений по методу В.Д. Парфенова, если ориентировка трещины: аз пад 120 уг. 50 и угол наклона борозды на ней = 30 (справа от линии падения, верхний блок двигался вниз). Как ориентировано максимальное касательное напряжение?
7. Изменение физико-механических свойств при метаморфизме, гидротермально-метасоматических изменениях, тектонических деформациях, причины.
8. Методы определения пористости и ее основные классификации.
9. Как определить величину закрытой пористости и газовой-жидких включений в образце?
10. Определение индикатрис скоростей упругих волн – как и для чего это осуществляется?
11. Прочность, зависимость деформации от напряжения, основные теории прочности. Определить прочность на сжатие, если при нагрузке 2000 кг кубика с ребром 5 см произошло его разрушение. Произойдет ли его разрушение на сдвиг при такой нагрузке? Определить угол внутреннего трения и угол между сопряженными трещинами скалывания, если прочность на отрыв 150 кг/кв. см, на сжатие 350 кг/кв. см.
12. Определение основных типов симметрии текстур пород и причины ее возникновения на примерах. Что такое анизотропия свойств пород?
13. Определить ориентировку осей главных нормальных напряжений, если центры максимумов (полюсов) сопряженных трещин на круговой диаграмме: аз 120 уг. 40 и 200 уг. 60.
14. Виды структурных исследований и основные черты современного этапа их развития
15. Определить скорость насыщения на момент времени 2 часа, если за это время вес образца возрос на 10 г вес его в воздухе = 200 г, а сухого в воде = 130 г, вес после 1-й минуты насыщения 202 г (в воздухе).
16. Магнитные свойства минералов и пород, диа- пара и ферромагнетики, термомагнитный анализ, остаточная естественная намагниченность и ее виды, отрицательные магнитные аномалии.
17. Поле напряжений, определение, графическое изображение. Основные принципы теории упругости, их применение для анализа полей напряжений.
18. Электрические свойства пород и рудных и нерудных минералов – краткая характеристика.
19. В образцах: в 1-м отрицательная магнитная восприимчивость, диэлектрическая проницаемость 5, удельное сопротивление 10 МОм\*м, а во 2-м магнитная восприимчивость  $1000 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ, вызванная поляризация = 30%, что можно сказать об их минеральном составе?
20. В одном образце магнитная восприимчивость  $1000 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ, а в другом — 10 000 ед.  $10^{-5}$  ед СИ. Где и на сколько концентрация ферромагнитной фазы больше.

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).

(Рекомендуемые виды оценочных средств могут быть дополнены.)

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<b>Знания</b> (письменный или устный опрос,)	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

<b>Умения</b> (письменный или устный опрос,)	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности неприципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (письменный или устный опрос,)	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

(Рекомендуемые виды оценочных средств могут быть дополнены.)

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> (устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (устный опрос, реферат)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в

		целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме
--	--	--

## **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., Канайкин 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., Кушнарев 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.

### **Б) Перечень программного обеспечения:**

**- лицензионное**

выход в Интернет с ПК, Для обработки данных применяются стандартные и специальные компьютерные программы (Excel, Stereo-32 (K.Erler, K.Trepmann, Germany; Statistica-10,

**- нелицензионное и свободного доступа**

Построение диаграмм УЗИ (А.Б Волков, В.А. Петров)).

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**Г) Материально-технического обеспечение:**

а) помещения: 413 аудитория, рассчитанная на группу из 30 учащихся; лаборатория (409) с подведенной водой, аппаратурой для петрофизических исследований.

б) оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран,;

электронные весы, кюветы, термосы, твердометр, термовакуумный шкаф, аппаратура для измерения упругих, электрических и магнитных параметров, дозиметр-радиометр.

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

**9. Язык преподавания – русский.**

**10. Преподаватель (преподаватели):** Ответственный за курс — А.А. Бурмистров  
преподаватель: А.А. Бурмистров

**11. Разработчики программы:** А.А. Бурмистров, доцент.