

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

Введение в тектонофизику

Автор-составитель: Фролова Н.С.

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» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель – понимание студентами деформационных процессов в земной коре и возможностей интерпретации природных структур разного ранга.

Задачи: получить базовые знания из ряда разделов механики горных пород и реологии; представление о неоднородной геологической среде и механизмах формирования разноранговых структурных парагенезов в ней; умение реконструировать деформационную обстановку и напряженное состояние в простейших случаях.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В рамках дисциплины даются начальные сведения, необходимые для понимания процессов структурообразования в земной коре и интерпретации природных структур. В разделе «кинематический анализ» рассматривается деформация, ее измерение, основные типы, отличия вращательной и невращательной деформации. В разделе «динамический анализ» вводится понятие о силах, напряжениях, их измерении, о нормальных и касательных напряжениях, общих и девиаторных напряжениях. Далее показывается соотношение между деформациями и напряжениями и влияние деформационной обстановки на характер деформации и деформационные свойства пород. Следующий раздел посвящен рассмотрению механизмов связанной деформации на разных структурных уровнях геологической среды: внутрикристаллические деформации, деформации с участием флюида, формирование структур в пределах слоя, пачек слоев, слоистых толщ. Анализируются критерии формирования зон разрушения, закономерности развития трещин и разрывов разного ранга в разных механических обстановках. Показывается возможность интерпретации структур разного масштаба в зонах несоосной деформации.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – 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», «Информатика», «Физика», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-3.Б. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично)	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности.	Знать: основные законы механики сплошной среды, рассматривающиеся в дисциплине, закономерности поведения реальной неоднородной геологической среды в разных механических обстановках и при разных параметрах окружающей среды; механизмы деформации на разных структурных уровнях геологической среды. Уметь: рассчитать длины отрезков, углы между ними, величину деформации, ориентировку осей деформации и напряжений для самых простых случаев; различать упругие, вязкие и пластические деформации, деформации в условиях разных температур и давлений; отличать

		общее напряжение от литостатического и девиаторного; выявлять признаки соосной и несоосной деформации.
СПК-1.Б Способен решать научные и практические задачи на основе углубленных знаний в области региональной геологии, геотектоники и геодинамики, литологии и морской геологии, палеонтологии, геологии полезных ископаемых (формируется частично).	Б.СПК-1. И-1. Использует и применяет знания и навыки в области геологии, геотектоники, геоморфологии, тектонофизики, палеомагнитологии, неотектоники, физики Земли, геодинамики при решении научных и практических задач	Владеть: навыками интерпретации природных структур и их ассоциаций в простейших случаях, методами определения их напряженного и/или деформированного состояния; терминологией, употребляемой при описании напряжений, деформаций, элементов реологии и механизмов формирования геологических структур разных рангов.

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 42 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 часов лекции и 14 часов семинары), 30 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

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

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	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Введение	2	2			2					
Раздел 2. Кинематический анализ	9	2		1	3			6		6
Раздел 3. Динамический анализ	5	2		1	3	2				2
Раздел 4. Соотношение между деформациями и напряжениями. Экспериментальное изучение деформации	4	2		1	3	1				1
Раздел 5. Разрушение горных пород	4	2		1	3	1				1
Раздел 6. Интерпретация разрывных структур	5	2		1	3	2				2
Раздел 7. Механизмы связной деформации	3	2		1	3					
Раздел 8. Структуры, образующиеся при непрерывной деформации. Уровень зерен и агрегатов зерен	12	4		3	7				5	5

Раздел 9. Структуры, образующиеся при непрерывной деформации. Уровень слоев и пачек слоев	8	4		3	7	1				1
Раздел 10. Структуры, образующиеся при прерывистой деформации. Уровень толщ	3	2		1	3					
Раздел 11. Интерпретация структур в зонах несоосной деформации	5	2		1	3	2				2
Раздел 12. Заключение	2	2			2					
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	10	<i>Устный экзамен</i>				10				
Итого	72	42				30				

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Введение. Тектонофизика. Ее понимание разными учеными. Теоретическое и практическое значение. Тектонофизика и структурная геология. Методы тектонофизики. Анализ современного состояния (статика). Кинематический и динамический анализ. Время и пространство в геологии.

Кинематический анализ. Стрейн. Деформация укорочения-удлинения. Измерение. Вычисление длин отрезков и углов между отрезками. Геологические примеры. Сдвиговая деформация. Вычисление углов и длин. Эллипсоид деформации. Диаграмма Флинна. Изменение объема при деформации. Вращательная и невращательная деформация. Прогрессивная деформация. Конечная и бесконечная деформация. Решение задач.

Динамический анализ. Сила и напряжение. Вычисление напряжений в простейших случаях. Различие между стрессом и стрейном. Давление, напряжение и нагрузка. Нормальные и касательные напряжения. Их расчет в простейших случаях. Эллипсоид напряжений. Литостатическое напряжение. Уравнения для вычисления главных девиаторных и максимальных касательных напряжений. Диаграмма Мора. Решение задач.

Соотношения между напряжениями и деформацией у идеальных материалов. Упругая реакция. Формула Р. Гука. Модуль К. Юнга. Решение задач на закон Гука. Предел текучести, предел прочности. Вязкая реакция. Закон вязкости И. Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Комплексная реакция – упругая и вязкая (тело Максвелла). Пластическая реакция. Построение диаграмм для упругого, пластического и вязкого поведения горных пород.

Экспериментальное изучение деформации горных пород. Обзор переменных, характеризующих обстановки в теле Земли. Методы экспериментальной деформации.. Влияние температуры и общего давления. Примеры деформации различных пород. Влияние порового давления. Влияние жидкости на деформацию пород. Фактор времени в деформации пород. Влияние скорости деформации на ее характер. Понятие реида. Построение диаграмм, в которых показано поведение горных пород при изменении одного параметра (по экспериментальным данным).

Хрупкое разрушение пород. Разрушение в теории и эксперименте. Теория Мора. Критерии разрушения. Критерий Кулона (Навье-Кулона, Кулона-Мора). Теория хрупкого разрушения Гриффита. Эксперименты по хрупкому разрушению. Разрывы в природе. Решение задач по интерпретации разрывных структур и нахождению ориентировки осей напряжений.

Механизмы вязкой деформации. *Пластическая деформация в твердом состоянии.* Структурные элементы и механизмы деформации. Дефекты в кристалле. Механизмы и процессы пластической деформации кристаллов. Пластическая деформация при низкой температуре: дислокационное скольжение, двойникование, образование полос излома. Пластическая деформация при высокой температуре. Упрочнение и возврат. Дислокационная ползучесть. Диффузионная ползучесть. Рекристаллизация. *Деформация с участием флюида.* Растворение под давлением. Пассивное вращение. Скольжение по границам зерен и разжижение.

Интерпретация разрывных структур. Трещины отдельности. Трещины растяжения. Их ориентировка по отношению к осям главных напряжений. Трещины растяжения в зонах простого сдвига. Вращение трещин по мере их роста. Понятие о напряженном состоянии транспрессии и транстенсии. Ориентировка трещин растяжения в зонах транспрессии и транстенсии. Трещины скалывания R и R' , их ориентировка по отношению к осям главных напряжений. Расположение в зонах простого сдвига, транспрессии и

транстенсии. Вращение R'-сколов. Типы напряженного состояния и ориентировка разрывов Андерсона. Решение задач по изображению трещин отрыва и скалывания в зонах простого сдвига, транспрессии и транстенсии.

Структуры, образующиеся при непрерывной неоднородной деформации

Структурный уровень зерен и агрегатов зерен. Плоскостные структуры (текстуры). Кливаж и механизм его формирования. Кливаж плейчатости. Сланцеватость. Полосчатость. Линейные структуры. Каймы и тени давления. Минералы с сигмоидальными и спиральными включениями. Рост минералов в трещинах растяжения. Муллион-структуры. Выполнение заданий по интерпретации внутрислойных структур.

Структурный уровень слоев и пачек слоев. Определение складки. Изгиб и его характеристика. Изгиб в среде, оказывающей сопротивление. Формула Био. Изгиб пачки слоев. 4 типа складок в пачках слоев с разными деформационными свойствами. Изменение деформационных свойств слоев при увеличении степени постдиагенетических преобразований и метаморфизма. Структурная зональность складчатых областей. Распространение складок разных типов в природе. Соотношение кливажа и складок. Стадии складкообразования. Дисгармония складчатой структуры. Дизъюнктивы сжатия в складках. Выполнение заданий по интерпретации складчатых структур и соотношению кливажа и складок.

Структуры, образующиеся при прерывистой неоднородной деформации

Структурный уровень толщ. Переход деформации на уровень блоков. Сочетание горизонтального сжатия со сдвигом, возможные причины такового. Асимметрия складок. Вергенция складчатой структуры. Границы блоков и их подготовка предшествующей деформацией. Взбросы и надвиги в складчатой структуре. Выполнение заданий по интерпретации структур уровня блоков.

Интерпретация структур в зонах несоосной деформации. Структуры двойной спирали. Искривление борозд нарастания. «Косой» будинаж, асимметричные складочки. S-образные жилы. Кинематические индикаторы в милонитах: S-C – структуры. Порфирокластические системы. Слюдяные рыбки. Выполнение заданий по интерпретации перечисленных структур.

Заключение. Использование базовых знаний в области тектонофизики для решения теоретических и практических задач геологии.

План проведения семинаров.

1. Определение однородных и неоднородных полей деформации.
2. Кратная и процентная мера деформации.
3. Виды эллипсоида деформации, диаграмма Флинна.
4. Различие соосной и несоосной деформации.
5. Коэффициент Пуассона и его значение в горных породах.
6. Решение задач на тему «деформация простого и чистого сдвига».
7. Касательные и нормальные напряжения для одномерного, двумерного и трехмерного напряженных состояний, вывод формул.
8. Построение кругов Мора.
9. Примеры структур, формирующихся в условиях разных типов напряженного состояния (по Андерсону).
10. Решение задач на тему «напряженное состояние».
11. Диаграммы упругого, пластического, вязкого поведения.
12. Ньютоновская вязкая жидкость и закон вязкого течения.
13. Визуальное представление тел Прандтля, Бингам, Кельвина, Максвелла.
14. Анализ различных экспериментальных данных поведения горных пород при разных температуре и давлении.

15. Задания на построение и интерпретацию диаграмм на тему «реология горных пород».
16. Рассмотрение хрупкой деформации на конкретных примерах.
17. Ориентировка трещин по отношению к осям напряжений.
18. Критерий Навье-Кулона (Кулона-Мора) на диаграмме.
19. Решение задач на тему «ориентировка трещин в условиях чистого и простого сдвига»
20. Задания по определению типов складок по соотношению мощностей и по закономерностям ориентировки кливажа в складках.
21. Интерпретация конкретных структур, формирующихся в хрупких, хрупко-вязких и вязких зонах сдвига.
22. Идентификация структур милонитов.
23. Решение задач по определению кинематических условий образования структур милонитов и структур в зонах сдвигов.
24. Сочетание деформации, перемещения и вращения в разных частях конвективной ячейки.

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.

В течение преподавания курса «Введение в тектонофизику» в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются: заслушивание и оценка доклада по теме реферата, собеседование при приеме результатов практических работ с оценкой, устные опросы и письменные контрольные.

Домашние задания и упражнения для самостоятельной подготовки студентов:

В виде домашних заданий студентам предлагается комплекс задач. Их темы: измерение деформаций. Нахождение коэффициента деформации по включениям, форма которых известна. Нахождение углов и длин отрезков при деформации чистого и простого сдвига. Вычисление значений девиаторных напряжений и главных касательных напряжений при трехосном и плоском общем напряженном состоянии. Построение кругов Мора. Образование и развитие трещин в условиях чистого сдвига, простого сдвига, трансенсии и транспрессии. Задания по анализу и построению диаграмм для различного реологического поведения горных пород. Определение типа складок по соотношению мощности слоев в замке и на крыле. Определение контраста вязкости по наличию или отсутствию кливажа в тех или иных слоях в складке. Определения величины и направления сдвига по индикаторам в зонах несоосной деформации. Расчет величины сдвига по структурам снежного кома. Определение направления сдвига по ряду индикаторов несоосной деформации.

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Комбинированное реологическое поведение горных пород (тела Максвелла, Сен-Венана, Кельвина, Бингама и др.)
2. Полосы деформации, их происхождение и природные примеры
3. Напряжения в литосфере
4. Дизъюнктивы сжатия разных масштабов, механизм их образования и роль в тектонических деформациях
5. Причины формирования обстановки сочетания горизонтального сжатия с горизонтальным скашиванием. Примеры природных структур
6. Деформационные свойства горных пород в экспериментах с разными параметрами
7. Неравномерное снижение вязкости разных горных пород при повышении температуры
8. Тепловой импульс как причина формирования структурной зональности
9. Сущность эффекта Ребиндера. Его влияние на структурообразование
10. Единство деформации и метаморфизма. Термодинамо-метаморфизм и стресс-метаморфизм

Перечень вопросов для текущего контроля успеваемости:

Какие формы может принимать эллипсоид деформации?

Что такое деформация?

Деформация и стрейн – это одно и то же или нет?

Изменяется ли объем тела при деформации?

Отличаются чем-либо деформация укорочения-удлинения и чистый сдвиг?

Что имеется в виду под «сдвигом», когда мы говорим «чистый сдвиг»?

Почему один из типов деформации называется «простым» сдвигом?

Чистый сдвиг – это вращательная или невращательная деформация

Каковы соотношения между k и ϵ («кратной» и «процентной» мерой деформации?)

В каких случаях удобнее пользоваться «кратной», а в каких «процентной» мерой деформации?

Соотношение между коэффициентами удлинения и укорочения при чистом сдвиге

Какие простейшие типы деформации вы знаете?

Увеличение или уменьшение объема тела – это деформация или нет?

Выведите формулу для расчета максимальных касательных напряжений на площадке, ориентированной под углом ϕ к оси растяжения (одноосное напряженное состояние)

Как ориентированы площадки максимальных касательных напряжений по отношению к осям главных нормальных напряжений при двухосном и трехосном напряженном состоянии?

Какие значения напряжений характерны для земной коры

Какие критерии разрушения вы знаете?

Какова величина максимально возможной упругой деформации в горных породах?

Что входит в понятие «деформационные свойства горных пород»?

При образовании складчатости горные породы испытывают пластическое или вязкое течение?

Что такое ползучесть?

Покажите хрупкое и вязкое разрушение на диаграммах σ - ϵ .

Можно ли реконструировать величину и ориентировку напряжений с помощью изучения структуры фрагмента складчатого сооружения?

Опишите тело Максвелла

Чем дислокационная ползучесть отличается от диффузионной?

С чем связано упрочнение при деформации кристаллов в условиях высоких температур?

Признаки вращения трещин по мере их роста

Как меняется ориентировка R' -сколов в зоне сдвига по мере увеличения амплитуды сдвига?

Кливаж – это трещины или нет?

Может ли кливаж образоваться в однородной среде?

Что может кливаж плейчатысти рассказать об истории деформации объема, в котором он развит?

Может ли кливаж сформироваться без участия флюидов?

В чем сходство и различие муллион-структур и кливажа?

Линейность как кинематический индикатор

Кливаж как индикатор контраста вязкости слоев

Покажите на конкретном примере, в чем заключается «правило Паталахи»

Что оказывает большее влияние на размер складок – мощность слоев или контраст их вязкости?

Какой тип складок образуется при большом контрасте слоев в пачке, а какой при малом?

Как вы думаете, какой тип складок является самым распространенным в природе?

Назовите структурные следствия развития дизъюнктивов сжатия в складчатой структуре

Почему деформация в складчатых областях переходит с течением времени на уровень блоков?

О чем свидетельствует структура двойной спирали в порфиробластах?
 Изобразите до-, син- и постдеформационные порфиробласты в зонах сдвига
 Найдите направление сдвига по искривленным бородам нарастания в случаях син- и
 антитаксиального роста.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (экзамене):

1. Методы тектонофизики
2. Размерность и единицы измерения стрейна
3. Деформация как изменение взаимного расположения частиц элементарного объема
4. Эллипсоид деформации и его возможные формы
5. Расчет изменения углов и длин отрезков при деформации чистого сдвига
6. Определение первоначального диаметра и коэффициента деформации по эллипсу деформации
7. Напряжение. Физический смысл. Размерность и единицы измерения.
8. Соотношение нормальных и касательных напряжений в теле
9. Главные оси напряжений. Эллипсоид напряжений
10. Поле напряжений. Однородное и неоднородное поле напряжений. Поля напряжений разных рангов
11. Разрушение горных пород. Теория Мора. Критерий Навье-Кулона. Эксперименты по разрушению горных пород.
12. Ориентировка трещин отрыва и скалывания в условиях чистого сдвига, простого сдвига, трансенсии и транспрессии
13. Упругая деформация. Закон, которым она описывается. Изображение на диаграммах.
14. Пластическая деформация. Изображение на диаграммах. Деформация с упрочнением и с разупрочнением
15. Вязкая деформация. Закон вязкого течения. Изображение на диаграммах. Вязкость и эффективная вязкость горных пород.
16. Относительность понятия о разрывной деформации в зависимости от соотношения размеров тел и нарушающих их сплошность разрывов
17. Относительность понятия о разрывной деформации, показанная в экспериментах по деформированию горных пород в условиях разных температур и давлений.
18. Ползучесть и релаксация. Ползучесть на диаграммах. Время релаксации. Возможное время релаксации для горных пород.
19. Релаксационный подход к изучению необратимой деформации
20. Комплексная (упругая и вязкая) реакция тела на нагружение
21. Механизмы пластической деформации кристаллов
22. Зависимость механизмов деформации кристаллов от температуры
23. Механизмы образования плоскостных и линейных структур и текстур в горных породах
24. Четыре типа складок по соотношению мощностей в замках и на крыльях
25. Механизмы формирования складок разных типов
26. Три стадии складкообразования и формирование структур разного ранга на каждой из них
27. Будинаж и складки в зонах несоосной деформации
28. Микроструктуры как индикаторы зон несоосной деформации

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

Результаты обучения, соответствующие виды	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
---	-----------------------	---------------------	----------	-----------

<i>оценочных средств</i>				
<p>Знание (устный опрос, письменный опрос): основных законов механики сплошной среды, закономерность и поведения реальной неоднородной геологической среды в разных механических обстановках и при разных параметрах окружающей среды; механизмов деформации на разных структурных уровнях геологической среды</p>	<p>Знания основных законов механики сплошной среды, поведения геологической среды при разных условиях деформации, механизмов деформации на разных структурных уровнях практически отсутствуют</p>	<p>Неполные знания основных законов механики сплошной среды, поведения геологической среды при разных условиях деформации, механизмов деформации на разных структурных уровнях</p>	<p>Общие, но не структурированные знания основных законов механики сплошной среды, поведения геологической среды при разных условиях деформации, механизмов деформации на разных структурных уровнях</p>	<p>Глубокие систематические знания основных законов механики сплошной среды, поведения геологической среды при разных условиях деформации, механизмов деформации на разных структурных уровнях</p>
<p>Умение (устный опрос, решение задач): рассчитать длины и углы отрезков при деформации, ее величину; определять ориентировку осей деформации и напряжений для самых простых случаев; выявлять признаки соосной и несоосной деформации; различать упругие, вязкие и пластические деформации; анализировать деформации в условиях разных температур и</p>	<p>Умения расчетов и определения признаков и обстановок той или иной деформации практически отсутствуют</p>	<p>Умения расчетов и определения признаков и обстановок той или иной деформации имеют место, но со значительными пробелами</p>	<p>Успешное умение делать расчеты и определять признаки и обстановки той или иной деформации, но с незначительными пробелами</p>	<p>Корректное умение делать расчеты и определять признаки и обстановки той или иной деформации</p>

давлений.				
Владение (устный опрос, выполнение заданий в письменном виде): навыками интерпретации природных структур и их ассоциаций в простейших случаях, методами определения напряженного и/или деформированного состояния; терминологией, употребляемой в тектонофизике	Навыки владения простейшими методами тектонофизики для решения геологических задач отсутствуют	Фрагментарное владение простейшими методами тектонофизики для решения геологических задач	Сформированны е, но с отдельными пробелами навыки владения простейшими методами тектонофизики для решения геологических задач	Владение простейшими методами тектонофизики для решения геологических задач на высоком уровне

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Гончаров М.А., Талицкий В.Г., Фролова Н.С. Введение в тектонофизику. М.: Книжный дом «Университет», 2005. 496 с. (Имеется в библиотеке МГУ, а также в электронном виде <https://www.geokniga.org/books/8286>)

- дополнительная литература:

1. Белоусов В.В. Структурная геология. 3-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 244 с. (Имеется в библиотеке МГУ)
2. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с. (Имеется в библиотеке МГУ)
3. Курмасов А.Б. Основы структурного анализа. М.: Научный мир, 2011. 368 с. (Имеется в электронном виде https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-kirmasovabosnovystrukturnogoanaliza_0.pdf)
4. Николая А. Основы деформации горных пород. М.: Мир, 1992. 164 с (Кафедральный фонд)
5. Спенсер Э.У. Введение в структурную геологию. Л.: Недра, 1981. 229 с. (Имеется в электронном виде <https://www.geokniga.org/books/16455>)
6. Эз В.В. Складкообразование в земной коре. М.: Недра, 1985. 191 с. (Кафедральный фонд)
7. Davis G.H., Reynolds S.J., Kluth C. Structural geology of rocks and regions. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 2012. 839 p. (Кафедральный фонд)
8. Fossen H. Structural Geology. Cambridge University Press, 2010. 463 p. (Кафедральный фонд)
9. Ramsay J.G., Huber M.I. The techniques of modern structural geology. Vol.2. Folds and 9. Fractures. London: New York: Acad. Press, 2006. 405 p. (Имеется в электронном виде <https://www.geokniga.org/books/23048>)

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

нет

- нелицензионные и свободного доступа

пакет программ Open Office

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-технического обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Фролова Н.С. (сотрудник каф. динамической геологии)

11. Разработчики программы: вед. н.с. Фролова Н.С.