

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

Структурные парагенезы

Автор-составитель: Фролова Н.С.

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геотектоника и геодинамика

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: теоретическое изучение выработанных к настоящему времени представлений о сложных процессах структурообразования в неоднородной геологической среде, которые происходят на разных структурных уровнях этой среды и в разных геодинамических обстановках, а также понимание возможностей применения этих знаний для решения обратных задач структурной геологии и тектонофизики.

Задачи: выработка представлений о неоднородности геологической среды; знакомство с основными типами геодинамических обстановок; *получение знаний* о механизмах формирования наиболее распространенных структурных форм разного ранга и их закономерных сочетаний (парагенезов) в разных обстановках; приобретение навыков анализа и интерпретации данных (полученных полевыми, дистанционными и геофизическими методами) о тектонических структурах разного масштаба для выяснения условий, механизма их образования и структурной эволюции.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В рамках дисциплины дается представление о неоднородной геологической среде как о иерархически построенной системе разномасштабных структурных элементов. Обсуждается понятие структурного парагенеза, различные подходы к классификации этих парагенезов, важность структурно-парагенетического анализа. Рассматриваются основные геодинамические обстановки (сжатие, растяжение, два типа сдвига и их сочетания) и принципы их выделения. Изучается развитие в пространстве и времени структурных форм разного ранга в каждой из этих обстановок. Обращается внимание на индикаторы геодинамических обстановок. Решаются задачи на распознавание и анализ структурных парагенезов различных масштабов, свидетельствующих о разных обстановках их формирования, выполняются задания по балансированию разрезов складчатых и складчато-надвиговых областей.

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 «Информатика», «Физика», «Общая геология», «Структурная геология и геокартирование», «Геотектоника», «Тектонофизика», «Тектонофизика. Дополнительные главы».

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
СПК-3.М (1) Способен реконструировать кинематику и динамику формирования структур земной коры, определять и реконструировать структурные парагенезы, сформировавшиеся в	М.СПК-3 (1). И-1 Использует и применяет знания в области геотектоники, геодинамики и тектонофизики при реконструкции кинематики и динамики формирования	Знать: какие задачи можно решать с помощью учения о структурных парагенезах; различные аспекты выделения таких парагенезов; особенности протекания деформаций в неоднородной геологической среде, механизмы деформаций на разных структурных уровнях, в разной исходной деформационной среде и в разных термодинамических условиях; механизмы формирования и эволюции структурных парагенезов разных масштабов, возникших

<p>различных геодинамических обстановках (формируется частично)</p>	<p>структур земной коры, при изучении структурных парагенезов, сформировавшихся в разных геодинамических обстановках</p>	<p>в главных механических (геодинамических) обстановках. Уметь: различать совместимые и несовместимые структурные формы, находящиеся в одном домене; выделять структурные парагенезы разных рангов; определять механическую (геодинамическую) обстановку формирования парагенезов структур; различать структурные парагенезы разных стадий в рамках одного этапа деформации; учитывать свойства деформируемой геологической среды, pT – условия, флюидный режим и другие параметры деформационной обстановки при анализе структурных парагенезов; привлекать экспериментальные данные для решения задач структурно-парагенетического анализа; представлять специфику деформаций в грубодискретной фрактальной геологической среде и отдавать себе отчет в том, с какими трудностями сталкивается исследователь при решении обратных задач с помощью структурно-парагенетического анализа. Владеть навыками анализа конкретных геологических данных (полевых материалов, данных геокартирования, данных обработки аэро- и космических снимков, данных обработки геофизических материалов) с позиций учения о структурных парагенезах для обоснованных суждений об обстановке их формирования и структурной эволюции.</p>
---	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 39 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и семинары вместе), 33 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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. Структурные парагенезы в неоднородной геологической среде	12	2			2			10		10
Раздел 2. Структурные парагенезы горизонтального сжатия	8	2		2	4	4				4
Раздел 3. Структурные парагенезы сдвиговых обстановок	10	3		3	6	4				4
Раздел 4. Структурные парагенезы обстановок сочетания горизонтального сжатия с горизонтальным сдвигом в горизонтальной плоскости	10	4		2	6	4				4
Раздел 5. Структурные парагенезы сложных сдвиговых обстановок	9	2		2	4				5	5
Раздел 6. Конвекция в земной коре	9	4		3	7	2				2
Раздел 7. Реконструкция тектонических деформаций и напряжений	10	4		2	6	4				4
Раздел 8. Заключение	2	2			2					

Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2	2	
Итого	72	39	33

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

1. Понятие о структурных парагенезах в неоднородной геологической среде

Особенности геологической среды: грубодискретная квазифрактальность, свойство самоорганизации. Структурные уровни геологической среды.

Условия протекания деформационных процессов (деформационная обстановка): ориентировка главных нормальных и касательных напряжений, всестороннее давление, давление флюида, температура, скорость деформации. Роль времени в деформационных процессах.

Определение структурного парагенеза.

Главные (элементарные) геодинамические обстановки: горизонтальное сжатие, растяжение, горизонтальный сдвиг в вертикальной плоскости, вертикальный сдвиг, горизонтальный сдвиг в горизонтальной плоскости.

Сложные геодинамические обстановки: сочетание горизонтального сжатия с горизонтальным сдвигом в горизонтальной плоскости (скашиванием), транспрессия, транстенсия, трансляминация

Возможные подходы к классификации структурных парагенезов.

Раздел 2. Структурные парагенезы горизонтального сжатия

Уровень зерен и агрегатов зерен: кливаж, бороды нарастания и минеральные жилы.

Уровень слоя: муллион-структуры, макрокливаж

Уровень пачки слоев: складки, осевые швы

Уровень толщ: ансамбли складок

Структурные парагенезы первой стадии складкообразования: кливаж, бороды нарастания, смятые в складки послойные жилы.

Структурные парагенезы второй стадии складкообразования: складки, треугольные жилы, седловидные жилы, зоны сгущения кливажа вдоль осевых поверхностей складок,

Раздел 3. Структурные парагенезы сдвиговых обстановок

Четыре типа сдвиговых зон по характеру напряженного состояния.

Структурный парагенез в зонах однородного сдвига: трещины отрыва и условия их формирования, две системы трещин скалывания.

Структурный парагенез в зонах неоднородного по латерали и вертикали сдвига: модель такого сдвига, зарождение и развитие трещин, 4 стадии развития сдвиговой зоны.

Складки продольного укорочения в зонах сдвигов.

Регулярные локальные поднятия (валы, структуры pop-up) в зонах сдвигов.

Цветковые структуры в зонах простого сдвига.

Геометрия сдвиговых зон в чехле большой мощности.

Зоны сдвига как зоны несоосной деформации: индикаторы хрупких зон сдвига, индикаторы хрупко-вязких зон сдвига, индикаторы вязких зон сдвига.

Раздел 4. Структурные парагенезы сочетания горизонтального сжатия с горизонтальным сдвигом в горизонтальной плоскости.

4.1. Складчатые области с небольшой составляющей горизонтального сдвига

Структурный парагенез третьей стадии складкообразования: наклонные асимметричные складки, осложненные взбросами на подвернутых крыльях или взбросами, сформировавшимися из осевых швов

4.2. Покровно-складчатые области со значительной составляющей горизонтального сдвига (покровы-складки)

Тектонотип. Структуры первого порядка, структуры второго порядка. Развитие деформаций во времени.

4.3. Складчато-покровные области (fold-thrust belts)

Расположение (внешние части складчатых сооружений). Характеристика осадочной призмы. Глубина расположения фундамента.

Закономерности формирования и движения надвиговых пластин. Типы шарьяжных систем. Формирование складок, связанных с движением надвиговых пластин. Типы дуплексов.

Принципы кинематического моделирования шарьяжей. Компьютерные программы для кинематического моделирования шарьяжей. Понятие о балансировании разрезов складчато-покровных областей.

4.4. Складчатость в сламповых телах

Причины слампинга, обстановка формирования сламповых пластин, механизмы деформации.

Зональность сламповых пластин. Зоны растяжения, сдвига и сжатия, их перемещение с течением времени.

Структуры зон растяжения

Структуры зон сдвига и сжатия. Сламповые складки. Их форма, асимметрия, сочетание с разрывами.

Закономерности ориентировки шарниров в слампах.

Критерии сламповой складчатости.

Подводные fold-thrust belts. Закономерности из размещения. Вид на сейсмических разрывах. Практическое значение их изучения.

Раздел 5. Структурные парагенезы сложных сдвиговых обстановок

Три типа сложных сдвиговых обстановок.

Структурные парагенезы (СП) транстенсии и транспрессии в квазиоднородном поле напряжений. Ориентировка главных нормальных напряжений. Ориентировка трещин отрыва и сколов Риделя.

СП транстенсии и транспрессии в неоднородном по латерали и вертикали поле напряжений (система чехол-фундамент). Регулярные рор-ур структуры вдоль разлома в фундаменте и механизм их образования.

Локальные обстановки транстенсии и транспрессии. Модели с изогнутой конфигурацией разлома в фундаменте, модели с двумя ступенчато расположенными разломами в фундаменте. Различие СП транстенсии и транспрессии (pull apart и рор-ур структур) в зависимости от соотношения составляющих сдвига и сжатия/растяжения.

Цветковые структуры в зонах транстенсии и транспрессии. Характерные черты и различия.

Примеры структур зон транспрессии и транстенсии на картах, схемах, сейсмических разрезах и практическое значение их изучения.

Обстановка трансламинации. Влияние нагрузки осадочного числа на формирование СП сдвиговых зон. Изменение ориентировки разрывов в осадочном чехле. Возможные ошибки при интерпретации сейсмических данных.

Раздел 6. Конвекция в земной коре

Причины тепловой конвекции. Числа Рэлея.

Конвективная ячейка. Поля деформации, перемещения и вращения в конвективной ячейке.

Физическая модель тепловой конвекции в линейной форме. Сравнение с природными структурами.

Компьютерная модель тепловой конвекции М.А. Гончарова. Возможные структурные парагенезы, формирующиеся в конвективной ячейке; их эволюция во времени

Раздел 7. Реконструкция тектонических деформаций и напряжений

Отличие реконструкции деформаций и напряжений. Описание и параметры деформации. Понятие о стрейн-анализе и его роли в структурной геологии и тектонофизике.

7.1. Внутрислойный структурный уровень. Определение величины сдвига по структуре снежного кома.

Определение величины деформации по объектам, первоначальная форма которых известна. Реконструкция деформации в оолитовых известняках; пример построений Э. Клооса. Определение величины деформации по ископаемым, имеющим два перпендикулярных отрезка (метод Велмана).

Определение величины деформации с помощью анализа геометрических соотношений между центрами объектов (метод Фрая)

Измерение деформации по объектам, имеющим исходную форму в виде эллипсов или эллипсоидов (метод Rf/ϕ)

7.2. Структурный уровень пачек слоев. Определение величины продольного укорочения складок. Поправка Дж. Рэмси. Метод Яковлева.

7.3. Структурный уровень толщ. Определение величины укорочения в структурных пересечениях и построение сбалансированных моделей складчатых сооружений методом Ф.Л. Яковлева. Достоинства метода. Ситуация, в которой возможно занижение величины укорочения.

7.4. Реконструкция напряжений. Различие деформаций и напряжений. Ситуации, в которых мы можем определить ориентировку главных осей напряжений. Поля напряжений разных рангов. Структурно-парагенетические и кинематические методы реконструкции напряжений. Метод Гущенко-Анжелье: допущения, принцип построений. Возможные ошибки при применении методов реконструкции напряжений.

Заключение. Практическое значение структурно-парагенетического анализа. Примеры применения структурно-парагенетического анализа при поиске рудных полезных ископаемых и углеводородов. Примеры ошибок, проистекающих из недостаточных знаний структурных парагенезов.

Темы семинарских занятий:

1. Интерпретация малых структурных форм, характерных для механической обстановки сжатия или растяжения: определение типа, механизма и истории образования.
2. Определение типа и механизма формирования различных складок с использованием графических материалов
3. Определение направления и величины сдвига по индикаторам (малые структурные формы) зон сдвига, выявление до-, син- и постдеформационных структур.
4. Интерпретация структурных парагенезов зон простого сдвига. Интерпретация структурных парагенезов областей транспрессии и транстенсии с использованием графических материалов
5. Создание моделей фрагментов складчато-надвиговых областей (fold-thrust belts) с разными параметрами с помощью программы М.А. Гончарова.
6. Изучение модели конвекции и особенности развития деформаций в конвективной ячейке с помощью программы М.А. Гончарова. Выполнение задания по эволюции фрагмента складчатого домена в конвективной ячейке
7. Определение величины деформации и ориентировки эллипса деформации методом Фрая и Велмана
8. Определение величины укорочения единичной складки по методу Ф.Л. Яковлева.
9. Построение сбалансированных разрезов внутренних частей складчатых областей с помощью специальной программы Ф.Л. Яковлева

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 расчетных работ, при защите рефератов, при контрольных опросах

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:

1. Научиться распознавать малые структурные формы, образующиеся в обстановке горизонтального сжатия, их историю формирования, соотношение друг с другом и место в более крупной структуре.
2. Изучить индикаторы сдвига, в том числе в милонитах; уметь определять факт существования обстановки сдвига; определять направление сдвига.
3. Научиться распознавать структурный парагенез на разных стадиях формирования сдвиговой зоны. На графических материалах уметь указать члены структурного парагенеза и их ранг, стадию развития сдвиговой зоны, распознавать сдвиговые дуплексы и структуры окончания сдвигов.
4. Научиться определять дуплексы разных типов в складчато-надвиговых областях; знать кинематические правила движения надвиговых пластин и иметь представление о принципах кинематического движения шарьяжей
5. Научиться отличать сламповую складчатость от других типов складчатости, формирующейся в обстановке сочетания горизонтального сжатия с горизонтальным сдвигом в горизонтальной плоскости.
6. Научиться определять области максимальной и минимальной деформации в конвективной ячейке, максимального и минимального перемещения и вращения, знать соотношение этих компонентов тектонического течения. Уметь проследить эволюцию возможной структуры в элементарном объеме ячейки с течением времени.
7. Составить представление о различных методах стрейн-анализа и уметь применять некоторые из них.
8. Уметь определять величину продольного укорочения отдельных складок и складчатых толщ с помощью графических построений и программ Ф.Л. Яковлева.

Типовые упражнения и расчетные задания

1. Упражнения на распознавание структурных парагенезов разных рангов и обстановок на графических материалах.
2. Расчет эллипса деформации с помощью метода Фрая.
3. Расчет эллипса деформации с помощью метода Велмана.
4. Графические построения эволюции складчатой структуры во времени и пространстве в конвективной ячейке.
5. Расчет величины продольного укорочения складки с известными параметрами.
6. Расчет величины продольного укорочения по геологическому разрезу с помощью специальной программы Ф.Л. Яковлева.

Рекомендуемые темы докладов, рефератов

1. Что же все-таки такое – структурный парагенез? Различные подходы.
2. Отличие структурных парагенезов складчатости подводного оползания и покровной складчатости
3. Структурный парагенез горизонтального сжатия. Сравнение классификаций складок В.В. Эза и Дж. Рэмси.
4. Роль флюидов в деформационных процессах и формировании структурных парагенезов.
5. Возможность реконструкции полей напряжений с использованием разрывных структурных парагенезов
6. Роль горизонтального сдвига вдоль горизонтальной плоскости в формировании структурных парагенезов
7. Ошибки и заблуждения в интерпретации геологических данных с точки зрения структурно-парагенетического анализа

Перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

1. Роль и задачи структурно-парагенетического анализа.
2. Понятие о деформационной обстановке и признаки, по которым может осуществляться выделение структурных парагенезов.
3. В чем состоят трудности решения обратных задач с помощью структурно-парагенетического анализа.
4. Как по особенностям структурного парагенеза отличить однородный простой сдвиг от неоднородного по латерали и глубине простого сдвига.
5. Как определить стадии развития разломной зоны (зона сдвига Риделя). Структурный парагенез каждой стадии.
6. Структуры разных рангов, формирующиеся в зонах сдвига
7. Особенности структурного парагенеза простого сдвига при значительной нагрузке осадочного чехла
8. Различие структурного парагенеза сдвиговых зон в гранулированных и негранулированных средах
9. Какие элементы сдвигового структурного парагенеза можно увидеть в зонах сдвиговых сейсмодислокаций
10. Как по особенностям строения цветковых структур отличить зоны простого сдвига, транспрессии, транстенсии и трансляминации.
11. Чем сдвиговые дуплексы отличаются от надвиговых.
12. Поле напряжений и структурные парагенезы окончаний сдвигов
13. Отличие структурного парагенеза транстенсии от такового транспрессии и простого сдвига.
14. По каким малым структурным формам можно увидеть наличие обстановки простого сдвига и как определить направление и величину сдвига
15. Определить направление сдвига по косому будинажу
16. Определить направление сдвига по асимметричным волокнистым жилам
17. Определить направление сдвига по структурам снежного кома
18. Определить направление сдвига по σ - и δ -структурам
19. Определить направление сдвига по S-C-структурам
20. Каков механизм формирования складок в складчато-покровных областях
21. Структурный парагенез складчато-покровных областей
22. Какие допущения лежат в основе программы для кинематического моделирования складчато-покровных областей
23. Покажите типы дуплексов в складчато-покровных областях. От каких параметров зависит их морфология
24. Что такое разрез деформированного состояния или разрез современной структуры
25. Что такое разрез правдоподобный (непротиворечивый) разрез
26. Что такое реставрированный разрез
27. Что такое разрез жизнеспособный разрез
28. Что такое разрез сбалансированный разрез
29. Геодинамическая обстановка формирования складчато-покровного структурного парагенеза
30. В чем различие парагенезов складки-надвиги и надвиги-складки
31. Структурный парагенез сламповой складчатости
32. Возможные критерии сламповой складчатости
33. Перечислите виды стрейн-анализа
34. Какие вы знаете методы определения величины укорочения в складках
35. В каких случаях можно просто распрямлять складки, а в каких применять специальные методы
36. Какие последовательные шаги нужно совершить при балансировании разрезов складчатых сооружений

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачете):

1. На основании каких принципов выделяются главные (элементарные) геодинамические обстановки.
2. Что входит в понятие деформационная обстановка.
3. Особенности геологической среды. Что такое грубодискретная квазифрактальная геологическая среда.
4. Дайте несколько возможных определений структурного парагенеза.
5. Какова роль времени, температуры, литостатического давления, флюидного давления в формировании структурных парагенезов.
6. Поля напряжений разных рангов на примере складчатых деформаций.
7. Перечислите возможные структурные парагенезы горизонтального сжатия, формирующиеся на разных структурных уровнях геологической среды.
8. Зарождение и развитие трещин в геологической среде.
9. Примеры структур разного ранга в зонах сдвига.
10. Какие параметры трещин в зонах сдвига изменяются под влиянием нагрузки осадочного чехла.
11. Как различить складки продольного укорочения и складки типа pop-up swells в зонах сдвига. Механизмы их формирования.
12. Какие структуры могут развиваться на окончаниях зон сдвига, каково поле напряжений в этих зонах.
13. Как определить величину и направление сдвига по различным индикаторам.
14. Что первично в складчато-покровных областях – складки или надвиги – и почему.
15. Чем механизм формирования складок в складчато-покровных областях отличается от такового в складчатых областях.
16. Роль ступенчатой траектории надвигов в формировании структурного парагенеза складчато-покровных областей.
17. Какие допущения заложены в программу для кинематического моделирования шарьяжей и каков сам принцип моделирования.
18. Как изменяется форма сдвиговых дуплексов при изменении параметров, заложенных в программу.
19. Принципы балансирования разрезов складчато-покровных областей
20. Какие типы конвекции возможны в земной коре
21. Структуры, формирующиеся при химической конвекции
22. Каковы закономерности вращения, перемещения и деформации в конвективной ячейке при тепловой конвекции
23. Опишите возможные структурные парагенезы, формирующиеся в конвективной ячейке; их эволюция во времени
24. Что такое о стрейн-анализе и какова его роли в структурном анализе
25. Методы реконструкции деформаций по включениям, форма которых известна
26. Принцип метода Фрая, определение эллипса деформации и его осей «вручную» и с помощью компьютерных программ
27. Принцип метода Rf/ϕ
28. Способы определения величины продольного укорочения складок. Метод Вихерта, метод Яковлева, метод Рэмси
29. Определение величины деформаций в структурных пересечениях и построение сбалансированных моделей складчатых сооружений

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

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

<i>соответствующие виды оценочных средств</i>				
Знания (устный опрос, письменный опрос): принципов выделения СП, знания о развитии деформаций в неоднородной геологической среде на разных структурных уровнях и в разной обстановке, о механизмах формирования СП разного масштаба	Отсутствуют знания по всем перечисленным пунктам	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения (выполнение заданий): распознавать и интерпретировать СП разных рангов, сформировавшихся в различных геодинамических (механических) обстановках на разных этапах структурообразования, в среде с разными свойствами; привлекать данные смежных дисциплин	Отсутствуют умения	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Успешное умение
Владение (письменный опрос, выполнение заданий) методами СП-анализа для обработки геологических данных, полученных различными путями, для обоснованных суждений о	Владение методами отсутствует	Частичное владение методами	В целом сформированное владение методами	Владение методами в полном объеме

механизме и обстановке их формирования и структурной эволюции				
---	--	--	--	--

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.: КДУ, 2005. 495 с. (Имеется в библиотеке МГУ, а также в электронном виде <https://www.geokniga.org/books/8286>)
2. Кирмасов А.Б. Основы структурного анализа. М.: Научный мир, 2011. 368 с. (Имеется в электронном виде: https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-kirmasovabosnovystrukturnogoanaliza_0.pdf)
3. Яковлев Ф.Л. Реконструкция складчато-разрывных структур в зонах линейной складчатости по структурным разрезам. М.: Изд. ИФЗ РАН, 2017. 60 с. (Имеется в электронном виде: <http://yak.ifz.ru/pdf-lib-yak/Реконструкция-складчатости-Яковлев-2017.pdf>)

- дополнительная литература:

1. Войтенко В.Н., Худoley А.К. Стрейн-анализ в геотектонических исследованиях // Проблемы тектонофизики. К 40-летию создания М. В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН. М.: Изд. ИФЗ РАН. 2008. С. 9- 27. Имеется в электронном виде: <http://yak.ifz.ru/pdf-lib-yak/Pages9-27.pdf>
2. Галкин В.А. Парагенетический анализ в геодинамике. Развитие терминологии и методов // Структурные парагенезы и их анасамбли. М.: ГЕОС, 1997. С.28-30. Фонд кафедры
3. Гончаров М.А. Инверсия плотности в земной коре и складкообразование. М.: Недра, 1979. 246 с. Имеется в библиотеке МГУ и кафедральном фонде
4. Наймарк А.А. Структурированность геологической среды – свойство или состояние? // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. Геол. 2006. №2. С. 73-80. Имеется в библиотеке МГУ
5. Ребецкий Ю.Л., Сим Л.А., Маринин А.В. От зеркал скольжения к тектоническим напряжениям. Методы и алгоритмы. Москва: Изд-во ГЕОС, 2017. 234 с. Имеется в электронном виде: https://ifz.ru/documents/lab204/Teoret_baza_tectonofiz/SF_stress_RSM_2017.pdf
6. Ramsay J.G, Huber M.I. The techniques of modern structural geology. Vol.2. Folds and Fractures. London: New York: Acad. Press, 1987. 700 p. Имеется в электронном виде: <https://www.geokniga.org/books/23048>
7. Vernon R. H. A practical guide to rock microstructure. Cambridge University Press. 2004. 650 p. Имеется в электронном виде: https://www.researchgate.net/publication/49184508_A_Practical_Guide_to_Rock_Microstructure

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

нет

- нелицензионное и свободного доступа

- пакет программ Open Office
- компьютерная программа для кинематического моделирования структурообразования в областях Fold-thrust belts (автор М.А. Гончаров).
- компьютерная программа для моделирования конвекции (автор М.А. Гончаров).
- компьютерная программа «CROSS-B4.EXE» (автор Ф.Л. Яковлев)

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), преподаватели: Фролова Н.С.

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