

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

Петролого-геохимические методы при палеогеодинамическом анализе

Автор-составитель: Демина Л.И., Промыслова М.Ю.

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 – получение студентами знаний о современных петролого-геохимических методах, используемых для восстановления геодинамических обстановок проявления магматизма, метаморфизма и осадконакопления геологического прошлого.

Задачи: научить студентов применять и корректно использовать полученные знания о связях магматизма, метаморфизма, осадконакопления и тектоники для целей палеогеодинамического анализа.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Изучаются методы диагностики геодинамических обстановок по петрологическим и геохимическим характеристикам магматических и осадочных пород с помощью построения и анализа бинарных и тройных диаграмм, мультиэлементных и редкоземельных спектров. Рассматриваются геодинамические обстановки проявления метаморфизма, методы построения и анализа PТt-тредов метаморфизма. Изучаются признаки первичных магнитных минералов и их вторичных преобразований, методы пересчета титаномагнетитов на минеральный состав и определения минимальных температур их перемагничивания. Рассматриваются методы расчета петрохимических модулей осадочных пород, построения диаграмм Бхатия для определения геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Тектоника, геодинамика и магматизм», «Геотектоника», «Петрология», «Геохимия».

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
ПК-3.М Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (формируется частично).	М.ПК-3. И-1. Знает теоретические основы и методологию моделирования	Знать: основные методы и принципы построения различных диаграмм, используемых при палеогеодинамическом анализе, области их применения и основные ограничения
СПК-4.М Способен выполнять палеотектонические реконструкции, в том числе на основании палеомагнитных данных, составления и анализа карт фаций и мощностей,	М-СПК-4 (1). И-1 Владеет методами построения палеотектонических реконструкции, и оценки полей напряжений на основании различных геологических данных	Уметь: строить и анализировать в палеогеодинамическом аспекте диаграммы: классификационные, серийной принадлежности, диагностические, распределения редких земель, мультиэлементные, соотношения изотопов. Строить и анализировать PТt-треды метаморфизма, пересчитывать титаномагнетиты на минеральный состав и

<p>определения горизонтальных смещений в условиях покровно-складчатой структуры и при региональных сдвигах, интерпретировать данные геохимических и изотопных исследований в областях современной тектономагматической активности, оценивать поля напряжений (формируется частично)</p>		<p>рассчитывать минимальные температуры их перемагничивания. Рассчитывать и анализировать петрохимические модули осадочных пород, строить диаграммы Бхатия и определять геодинамические обстановки формирования осадочных комплексов</p>
---	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **4** з.е., в том числе **52** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (10 часов лекции и 42 часа семинары), **92** 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. Метаморфизм как индикатор геодинамических обстановок. Методы расчета и анализ P-T-трендов метаморфизма.	27	2		10	12	5	10			15
Раздел 2. Осадочные комплексы различных геодинамических обстановок. Методы определения геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов.	27	2		10	12	5	10			15
Раздел 3. Перемагничивание горных пород, геодинамические следствия. Методы изучения магнитных минералов как индикаторов процессов перемагничивания.	27	2		10	12	5	10			15
Раздел 4. Магматические комплексы-	53				16		15	15	7	37

индикаторы геодинамических обстановок. Методы диагностики палеогеодинамических обстановок по петрологическим и геохимическим характеристикам магматических пород.		2		14						
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	10	<i>Устный экзамен</i>				10				
Итого	144	52				92				

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Раздел 1. Метаморфизм как индикатор геодинамических обстановок

Связь петролого-геохимической информации с глубинным тепломассопереносом на границах плит. Термодинамический и флюидный режимы метаморфизма земной коры и верхней мантии Земли. Фациальные серии и типы метаморфических комплексов как индикаторы геодинамических обстановок. Минеральные парагенезисы – индикаторы термодинамических условий метаморфизма. Эволюция режимов метаморфизма. Зональность минералов (гранатов, биотитов, амфиболов и др.) как отражение термодинамических и тектонических условий метаморфизма.

Раздел 2. Осадочные комплексы различных геодинамических обстановок

Особенности осадконакопления в различных геодинамических обстановках. Петрохимические генетические модули, используемые при изучении осадочных пород, и их геодинамическое значение. Элементные фациальные индикаторы для оценки глубины осадконакопления и дальности переноса обломочного материала в осадочных бассейнах. Использование диаграмм Бхатия для определения геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов. Геохимические методы исследования хемогенных и органогенных осадочных пород. Кластер-анализ химического состава осадочных отложений.

Раздел 3. Перемагничивание горных пород, геодинамические следствия

Проблема перемагничивания горных пород. Значение выявления процессов перемагничивания для палеогеодинамических реконструкций. Типы и причины перемагничивания горных пород. Основные признаки первичных и вторичных магнитных минералов на примерах магматических комплексов Юго-Западного Крыма, Южного Урала, Кольского полуострова, Провинции Бассейнов и Хребтов и других регионов. Методы пересчета титаномагнетитов на минеральный состав и определения минимальных температур их перемагничивания.

Раздел 4. Магматические комплексы-индикаторы геодинамических обстановок

Роль петрологических и геохимических исследований для восстановления геодинамических обстановок проявления магматизма. Факторы, контролирующие интенсивность и экстенсивность магматизма. Соотношения температуры, давления и флюидного режима в разных геодинамических обстановках и их влияние на магмогенезис. Магматические серии, формации как индикаторы геодинамических обстановок. Ряды магматических серий, формаций как индикаторы эволюции геодинамических режимов. Конкретные примеры для современных тектонических обстановок.

План проведения семинаров:

Раздел 1. Методы расчета и анализ P-T-трендов метаморфизма

Диаграммы фазового соответствия метаморфических пород. Минералогические геотермометры и геобарометры. Методы расчета температур и давлений по парагенезисам сосуществующих минералов. Определение P-T-параметров метаморфизма по гранат-биотитовым геотермометрам и геобарометрам. Построение P-T-траекторий конкретных метаморфических комплексов, расчеты геотермических градиентов. Интерпретация

полученных данных: выделение этапов метаморфизма, восстановление эволюции метаморфизма и определение геодинамических обстановок формирования метаморфических комплексов.

Раздел 2. Методы определения геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов

Расчеты и интерпретация петрохимических генетических модулей, используемых при изучении осадочных пород. Элементные фациальные индикаторы для оценки глубины осадконакопления и дальности переноса обломочного материала в осадочных бассейнах. Построение и анализ классификационных и генетических диаграмм осадочных пород. Расчеты диаграмм, используемых при прогнозировании нефтегазоносных толщ. Построение диаграмм Бхатия и определение геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов.

Раздел 3. Методы изучения магнитных минералов как индикаторов процессов перемагничивания

Основные признаки первичных и вторичных магнитных минералов, наблюдаемых при микроскопическом и микронзондовом изучении горных пород. Особенности перемагничивания горных пород складчатых поясов и кратонов. Выявление геодинамических режимов, при которых возникают вторичные компоненты намагниченности. Пересчеты химического состава титаномагнетитов на миналы и определение минимальных температур их перемагничивания. Расчеты глубин магматических очагов по составам титаномагнетитов.

Раздел 4. Методы диагностики палеогеодинамических обстановок по петрологическим и геохимическим характеристикам магматических пород

Основные типы диагностических диаграмм: бинарные, тройные, мультиэлементные и редкоземельные спектры, соотношения изотопов. Способы построения, области их применения, основные ограничения. Корректное использование геохимической информации с учетом петрографических особенностей магматических пород. Примеры применения для конкретных регионов. Построение и анализ основных типов классификационных, сериальной принадлежности, дискриминационных диагностических диаграмм: бинарных, тройных, мультиэлементных, спектров REE, соотношения изотопов.

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 докладах (с презентацией), при защите рефератов, при выполнении расчетных работ, при контрольных опросах.

Рекомендуемые темы докладов, рефератов:

1. Эволюция метаморфизма Олоkitской зоны Северного Прибайкалья.
2. Метаморфизм Северного Таймыра.
3. Зональные метаморфические комплексы.
4. P-T-тренды метаморфизма, геодинамические следствия.
5. Особенности осадконакопления в различных геодинамических обстановках.
6. Петрохимические модули осадочных пород.

7. Диаграммы Бхатия для восстановления геодинамических обстановок осадконакопления.
8. Геодинамическая обстановка формирования таврической серии Горного Крыма.
9. Геодинамическая обстановка формирования баженовской свиты Западной Сибири.
10. Перемагничивание пород девонских даек Кольского полуострова.
11. Типы перемагничивания.
12. Признаки перемагничивания магматических пород.
13. Геодинамическая обстановка формирования трапповой формации Сибирской платформы.
14. Рифейский магматизм Таймырской складчатой области.

Примерный список контрольных заданий:

1. Расчеты P/T - трендов для конкретных метаморфических комплексов и восстановление палеогеодинамических обстановок их образования.
2. Расчеты петрохимических модулей, построение диаграмм Бхатия для определения геодинамических обстановок осадконакопления.
3. Пересчеты химического состава титаномагнетитов на миналы и определение минимальной температуры их перемагничивания.
4. Формирование банка данных петрохимического состава магматических пород, пересчеты на нормативный состав (CIPW), построение диагностических диаграмм.
5. Формирование банка данных микроэлементных и редкоземельных составов вулканитов. Построение и анализ главных типов диагностических диаграмм, выводы о палеогеодинамических обстановках образования вулканитов.

Примерный перечень вопросов при контрольном опросе:

1. Тренды метаморфизма по и против часовой стрелки.
2. Минеральные парагенезисы как индикаторы геодинамических обстановок метаморфизма.
3. Эволюция метаморфизма в различных геодинамических обстановках.
4. Типы перемагничивания горных пород.
5. Минальный состав титаномагнетитов и метод его расчета.
6. Последовательность анализа химического состава магматических пород при палеогеодинамических исследованиях.
7. Типичные магматические серии различных геодинамических обстановок.
8. Тантал-ниобиевая аномалия в мультиэлементных спектрах магматитов и ее геодинамическое значение.
9. Диаграммы Бхатия для определения геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов.
10. Оценка глубины осадконакопления и дальности переноса обломочного материала в осадочных бассейнах.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (экзамене):

1. Термодинамические параметры метаморфизма.
2. P/T -тренды метаморфизма.
3. Эволюция метаморфизма различных геодинамических обстановок.
4. Типы метаморфизма и геодинамические обстановки их проявления.
5. Методы расчета P/T -трендов метаморфизма.

6. Основные петрохимические генетические модули осадочных пород.
7. Элементные фациальные индикаторы оценки глубины осадконакопления и дальности переноса обломочного материала в осадочных бассейнах.
8. Диаграмм Бхатия для определения геодинамических обстановок формирования осадочных комплексов.
9. Перемагничивание горных пород: причины, типы.
10. Признаки первичных и вторичных магнитных минералов и их парагенезисов.
11. Метод расчета минимальной температуры перемагничивания.
12. Соотношения температуры, давления и флюидного режима в разных геодинамических обстановках и их влияние на магмогенезис.
13. Магматические комплексы-индикаторы геодинамических обстановок.
14. Магматические ассоциации, комплексы, формации, серии.
15. Основные классификационные диаграммы магматических горных пород.
16. Диаграммы серийной принадлежности магматитов.
17. Диагностические диаграммы геодинамических обстановок проявления магматизма.
18. Понятие о геохимических трассерах или метках.
19. Мультиэлементные диаграммы магматических пород и их геодинамическая интерпретация.
20. Спектры редких земель магматических пород различных геодинамических обстановок.

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

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания (устный опрос): особенностей метаморфизма, магматизма и осадконакопления различных геодинамических обстановок; процессов, ведущих к перемагничиванию горных пород.	Знания отсутствуют.	Фрагментарные знания.	Общие, но не структурированные знания.	Систематическое знание.
Умения (устный опрос): использовать различные методы для восстановления	Умения отсутствуют.	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение использовать различные методы для восстановления палеогеодинам

геодинамических обстановок.				ических обстановок.
Владения (устный опрос): методами построения и анализа различных диаграмм, используемых при проведении палеогеодинамического анализа.	Навыки владения отсутствуют.	Фрагментарное владение методами построения и анализа различных диаграмм, наличие отдельных навыков.	В целом сформированы навыки построения и анализа различных диаграмм, используемых при проведении палеогеодинамического анализа.	Владение петролого-геохимическим и методами, использование их для восстановления геодинамических обстановок.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Интерпретация геохимических данных (ред. Скляр Е.В.). ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ. 2001. 288 с.
2. Метаморфизм и тектоника (ред. Скляр Е.В.) М.: ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ. 2001. 215 с.
3. Короновский Н.В., Демина Л.И. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок. М.: КДУ, 2011. 232 с.
4. Основы геодинамического анализа при геологическом картировании (ред. И.И. Абрамович и др.). 1997. МПР РФ, ВСЕГЕИ, ГЕОКАРТ, МАНПО. 518 с.
5. Лубнина Н.В. Перемагничивание пород Восточно-Европейского кратона // Вестник краунц. науки о земле. 2009. № 2, выпуск № 14. С. 19-27.

- дополнительная литература:

1. Веселовский Р.В., Арзамасцев А.А., Демина Л.И. и др. Палеомагнетизм, геохронология и магнитная минералогия даек Кольской девонской магматической формации // Физика Земли, 2013. № 4. С. 82-104.

Вся рекомендованная печатная литература имеется в Библиотеке МГУ.

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

нет

- нелицензионное 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-техническое обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Демина Л.И. (сотрудник каф. динамической геологии), преподаватели: Промыслова М.Ю., Демина Л.И.

11. Разработчики программы: в.н.с. Демина Л.И., ст. преподаватель Промыслова М.Ю.