

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

Метасоматоз

Авторы-составители: Шкурский Б.Б.

Уровень высшего образования:

Магистратура ИМ

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геохимия

Магистерская программа

Петрология

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 магистратуры, реализуемые 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

Целью освоения курса «Метасоматоз» является углубление знаний о природе метасоматических горных пород, сопровождающих месторождения эндогенных полезных ископаемых.

Задачи –

усвоение студентами главных положений и выводов теории метасоматоза.

более подробная, чем в предшествующих курсах, характеристика главных семейств метасоматических пород, и знакомство с их образцами и шлифами.

приобретение студентами навыков диагностики и описания широкого спектра метасоматических горных пород и выявления присущей им зональности.

овладение специфическими методами исследования метасоматитов.

усвоение формационного подхода к изучению метасоматитов, позволяющего предвидеть их потенциальную рудоносность.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В первой части курса «Метасоматоз» рассматриваются общие особенности метасоматических явлений и теоретические вопросы термодинамики открытых систем: условия локального равновесия, кристаллизационное давление, механизмы замещения фаз субстрата, особенности изохорных систем, фильтрационный эффект, инфильтрационный и диффузионный механизмы массопереноса, особенности зональности, образуемой при их осуществлении, роль и способы оценки кислотности минералов и растворов, закономерности рудообразования в метасоматитах.

Вторая часть посвящена систематике и описанию геологического положения, минеральных парагенезисов, зональности, физико-химических условий образования и рудоносности главных семейств метасоматических горных пород: связанных с магматическим замещением и гранитизацией, магнезиальных и известковых скарнов, кварц-полевошпатовых метасоматитов, грейзенов, вторичных кварцитов, пропицитов, березитов, гумбеитов, лиственитов, аргиллизитов и щелочных метасоматитов.

В третьей части приводятся специфические особенности методики изучения метасоматических пород, приемы выявления метасоматической зональности.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – I, семестр – 1.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин:

«Петрология», «Термодинамика породообразующих минералов».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-5.М Способен представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности;	М.ОПК-5. И-1. Владеет навыками представления результатов научной и практической деятельности в устной и письменной формах в соответствии с нормами, принятыми в профессиональном сообществе.	Знать: основные способы представления зональности метасоматической колонкмы; Владеть: подходами всестороннего изучения метасоматических пород и представления информации об этом.

	М.ОПК-5. И-2. Умеет защищать полученные результаты в ходе обсуждения	Уметь: обосновывать положения теории метасоматической зональности,
СПК-4.М Способен использовать различные типы петрологических и петрохимических диаграмм для решения научных и практических петрологических задач.	М.СПК-4. И-1. Знает основные типы петрологических и петрохимических диаграмм.	Знать: основные типы петрологических и петрохимических диаграмм, применяемых для изучения метасоматических пород;
	М.СПК-4. И-2. Понимает базовые принципы построения различных типов петрологических и петрохимических диаграмм.	Уметь: выбирать наиболее подходящие типы петрологических и петрохимических диаграмм для решения конкретных задач при исследовании метасоматических пород;
	М.СПК-4. И-3. Владеет навыками использования различных типов петрологических и петрохимических диаграмм для решения научных и практических петрологических задач.	Владеть приемами выявления в составе метасоматиов новообразованных фаз и реликтовых минералов с использованием петрологических и петрохимических диаграмм.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия, не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **2 з.е., 72 академических часа**, в том числе **42 академических часа**, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**28 часов** – занятия лекционного типа, **14 часов** – занятия семинарского типа,) и **30 академических часов** на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических 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				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Теория метасоматических процессов.		6			6	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа
Раздел 2. Отличительные черты инфильтрационных и диффузионных метасоматитов. Тестирование.		4			4	2 часа
Раздел 3. Систематика и обзор главных типов метасоматитов. Метасоматиты ранних стадий.		4	2		6	Описание метасоматического парагенезиса в шлифе, 4 часов
Раздел 4. Метасоматиты кислотной стадии. Проверка описания шлифа.		6	6		12	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа
Раздел 5. Щелочные метасоматиты.		4	4		8	2 часа
Раздел 6. Методы анализа зональности метасоматитов. Установление их формационной принадлежности и минерагенического потенциала.		4	2		6	Домашняя работа: Реконструкция зональности по серии шлифов, 4 час
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
Итого	72		42			30

Содержание разделов дисциплины:

I. Теория метасоматических процессов.

1. Метасоматоз, как предельный случай локального аллохимического метаморфизма, осуществляемого в условиях открытых систем. Специфика режима поведения компонентов в открытых геохимических системах. Геологические условия осуществления метасоматических процессов, специфические черты метасоматитов. История формирования современного учения о метасоматозе, роль Д. С. Коржинского в ее создании.
2. Основные положения теории метасоматической зональности. Термодинамика геохимических систем с мобильными компонентами, их термодинамические потенциалы и правило фаз Коржинского. Давление на флюид и на твердую фазу, кристаллизационное давление минералов, микро- и макропоры. Правило Линдгрена. Типы систем, выделяемые по наборам факторов равновесия. Необратимые процессы и мозаичное равновесие в метасоматических системах. Растворение и замещение зерен, метасоматоз как нейтрализация. Природа и эволюция метасоматизирующих растворов и флюидов, происхождение агрессивных растворов. Оценивание кислотности-основности минералов, растворов и горных пород. Фильтрационный эффект и волна кислотности. Уравнение Эршлера и его следствия. Вывод уравнений метасоматической зональности (в дифференциалах и в конечных разностях) для случаев инфильтрационного и диффузионного механизмов массопереноса, анализ их следствий. Образование резких фронтов замещения. Влияние температурных градиентов на характер зональности.

II. Отличительные черты и зональность инфильтрационных и диффузионных метасоматитов.

Различия в масштабах процессов, характер вариаций химизма и зональности минералов переменного состава, возможность отложения перемещенных компонентов. Число зон в метасоматической колонке. Экспериментальное подтверждение основных положений теории метасоматической зональности.

III. Систематика и обзор главных типов метасоматитов. Метасоматиты ранних стадий.

1. Подходы к выработке генетической классификации метасоматитов: минеральный состав метасоматитов, характер действующих флюидов и растворов, в связи с их постмагматической эволюцией, особенности субстрата, связь с магматизмом определенного типа. Формации и фации метасоматитов. Связь оруденения с метасоматитами во времени и в пространстве. Поля главных типов метасоматитов на классификационной диаграмме кислотность-щелочность - температура.

2. Метасоматиты магматической стадии – продукты гранитизации и ранние магнезиальные скарны.
3. Магнезиальные и известковые скарны ранней постмагматической стадии. Их минеральный состав, зональность, ряды подвижности компонентов, фации глубинности. Родингиты, их субстрат, минеральный состав и фациальное разнообразие. Полезные ископаемые, связанные с метасоматитами ранних щелочной и субнейтральной стадий.
4. Кварц-полевошпатовые метасоматиты. Их зональность, субстрат, минералы и оруденение.

IV. Метасоматиты кислотной стадии.

Грейзены, вторичные кварциты, пропилиты, березиты, гумбеиты, листвениты, аргиллизиты, альбититы по щелочному субстрату. Их минеральный состав, зональность, ряды подвижности компонентов, полезные ископаемые.

V. Щелочные метасоматиты.

Фениты, эгирин-флюоритовые и арфведсонитовые метасоматиты, альбититы по кислому субстрату и эйситы. Связанные с ними полезные ископаемые.

VI. Методы анализа зональности метасоматитов. Установление их формационной принадлежности и минерагенического потенциала.

Анализ парагенезисов и зональности метасоматитов с использованием диаграмм состав-парагенезис. Расчеты баланса вещества в метасоматических процессах. Механизмы и этапы формирования различных типов оруденения в метасоматитах.

Рекомендуемые образовательные технологии

В рамках курса могут использоваться интерактивные формы занятий, доклады.

- **Технология полного усвоения** - построение учебного процесса направлено на то, чтобы подвести всех учащихся к единому, чётко заданному уровню овладения знаниями и умениями. Содержание курса разбивается на небольшие блоки, с обязательным промежуточным контролем.

- **Технология педагогических мастерских** - преподаватель создаёт атмосферу открытости, доброжелательности, сотворчества в общении, равен ученику в поиске знания, не торопится давать ответы на поставленные вопросы. Исключается официальное оценивание работы учащегося, но через социализацию, афиширование работ даётся возможность самооценки учащегося, её изменения и самокоррекции.

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 практических работ по отдельным шрифтам и их сериям, по докладам на избранные темы.

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:

- вывод системы основных уравнений инфильтрационного (или диффузионного) метасоматоза;
подходы к классификации метасоматических процессов и пород;
характеристика одного из семейств метасоматитов;
определение парагенезиса и формационной принадлежности метасоматита, на примере шлифа из некоторой зоны;
описание зональности по серии шлифов.

Рекомендуемые темы докладов:

1. специфика методики изучения аргиллизитов;
2. родингиты и листвениты в офиолитовых комплексах
3. жадеитовые и нефритовые метасоматиты
4. приразломный метасоматоз и связанные с ним полезные ископаемые
5. продукты грейзенизации ультрабазитов;
6. альбитизация и грейзенизация в слюдоносных и редкометальных пегматитах;
7. Скарны, связанные с карбонатитовым магматизмом
8. Апомагнезиальные известковые скарны;
9. Конвергентные продукты метасоматоза, связанные с воздействием растворов существенно различной кислотности.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы и тестирование.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

1. определение локализации равновесных и неравновесных процессов в разрастающейся метасоматической колонке;
2. связь формирования метасоматической зональности с фильтрационным эффектом;
3. обоснование постоянства состава минералов в инфильтрационной колонке;
4. проиллюстрировать поведение минералов переменного состава в зонах диффузионных и инфильтрационных метасоматитов;
5. изменение концентрации компонентов и давления в изохорной системе;
6. типы замещений в природе;
7. горные породы семейства скарнов, их фации;
8. индикаторные минералы магнезиальных и известковых скарнов;
9. автосоматические явления в гранитоидах;
10. зависимость эффективной пористости и проницаемости пород от их минерального состава.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Метасоматоз и его отличия от других геологических процессов.
2. Дифференциальная подвижность компонентов и ее выражение в метасоматических процессах.
3. Факторы равновесия при метасоматозе.
4. Механизмы массопереноса при метасоматозе.
5. Способы оценки кислотности – основности минералов и минеральных парагенезисов.
6. Гидротермальные растворы и их роль при метасоматозе.
7. Кислотно-основная гидротермальная дифференциация.
8. Фильтрационный эффект и его значение в геологии.
9. Метасоматическая зональность, ее главные черты, причины возникновения.
10. Инфильтрационная метасоматическая зональность.
11. Диффузионная метасоматическая зональность.
12. Типы метасоматических процессов: по механизму, геологическому положению.

13. Классификация метасоматитов.
14. Метасоматические процессы, связанные с гранитизацией.
15. Магнезиальные скарны магматической стадии.
16. Послемагматические магнезиальные скарны.
17. Известковые скарны.
18. Обзор метасоматитов кислотной и поздней щелочной стадии.
19. Семейство кварц-полевошпатовых метасоматитов.
20. Грейзены.
21. Пропилиты.
22. Вторичные кварциты.
23. Аргиллизиты.
24. Березиты, листовениты и гумбеиты.
25. Фениты, альбититы и эйситы.
26. Метасоматизм в комплексах ультраосновных – щелочных пород.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Механизмов и факторов метасоматоза, причин возникновения метасоматической зональности, систематики метасоматитов и связи с ними полезных ископаемых.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания, формулируемые верно, но без достаточного обоснования	Систематические знания, обоснованные, иллюстрированные примерами и подкрепляемые уверенным выводом
Умения: Определять формационную принадлежность метасоматитов по минеральным парагенезисам и оценивать их минерагенический потенциал	Умения отсутствуют	Определение формационной принадлежности частично осуществляется, дается неуверенная оценка минерагенического потенциала	Формационная принадлежность определяется в большинстве случаев, оценка минерагенического потенциала дается в целом верно, с некоторыми пропусками	Формационная принадлежность определяется уверенно во всех случаях, минерагенический потенциал оценивается с полнотой
Владения: методами анализа метасоматической зональности, наблюдаемой в шлифах, с использованием диаграмм состав-парагенезис.	Навыки наблюдения метасоматических пород в шлифах и владение методикой анализа зональности отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированы навыки наблюдения метасоматических пород в шлифах и владение методикой анализа зональности	Навыки наблюдения метасоматических пород в шлифах и владение методикой анализа зональности развиты на высоком уровне

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Граменицкий Е.Н. Петрология метасоматических пород. Учебник. М.: Инфра-М, 2012.

- дополнительная литература:

1. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. М: Наука. 1982.
2. Зарайский Г.П. Зональность и условия образования метасоматических пород. М.: Наука, 1989.
3. Метасоматизм и метасоматические породы. Жариков В.А. (ред.) М.: Научный мир, 1998.

Б) Перечень программного обеспечения: Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://wiki.web.ru/wiki> - сайт открытой энциклопедии по наукам о Земле.

Д) Материально-техническое обеспечение:

- а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся;
- б) оборудование – поляризационные микроскопы, в том числе проекционный микроскоп, снабженный цифровой фотокамерой с возможностью вывода на монитор и экран, мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет;
- в) иные материалы – коллекция метасоматических пород и их шлифов.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Шкурский Б.Б.

11. Разработчики программы – Граменицкий Е.Н., Шкурский Б.Б.