

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего 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

Петрохимия

Автор-составитель: Носова А.А., Шур М.Ю.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геохимия

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, 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

Целью курса "Петрохимия" является овладение знаниями для петрогенетической интерпретации химического состава магматических горных пород. Усвоение студентами знаний о составе и систематике магматических горных пород. Развитие практических навыков применения современных методов обработки петрохимических данных.

Задачи:

1. освоение базовых понятий в современных представлениях о формировании горных пород различного химического состава;
2. выработка умения контролировать качество химического анализа горной породы;
3. овладение основными приемами обработки петрохимических данных;
4. освоение основных методов и подходов к интерпретации петрохимических данных для магматических пород различного состава

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дисциплина «Петрохимия» направлена на освоение современных методов и подходов в интерпретации петрохимических данных для магматических горных пород. Рассматриваются методы химического анализа пород и контроль его качества, а также источники ошибок. Рассматриваются петрохимическое моделирование, диаграммы Харкера и тренды на них, петрохимические коэффициенты и модули, петрохимические пересчеты (метод CIPW), а также статистические методы. Для каждой группы пород (ультраосновные, основные, средние, гранитоиды) предлагается комплекс дискриминантных диаграмм и подходов к интерпретации петрохимических данных.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Минералогия», «Петрология», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», а также навыки, полученные в ходе прохождения базовых учебных практик.

Дисциплина необходимо в качестве предшествующей для дисциплины «Геохимия», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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: базовые понятия в современных представлениях о формировании горных пород различного химического состава;
	Б.ОПК-3. И-2. Владеет базовыми навыками получения информации (полевой, камеральной, лабораторной) для решения стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	Уметь: оценивать качество химических анализов горных пород;

	Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	Владеть: статистическими методами обработки петрохимических данных;
ОПК-4 Б Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач.	Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ.	Знать: основные современные методы сбора петрологических данных в полевых условиях, вариации концентраций порообразующих компонентов в химическом составе основных групп горных пород;
	Б.ОПК-4. И-2. Применяет методы полевых исследований для получения информации при решении задач профессиональной деятельности.	Уметь: обрабатывать и визуализировать петрологические полевые данные, грамотно подготовить образцы пород для анализа химического состава; Владеть: методами петрохимических пересчетов, современными подходами к интерпретации петрохимических данных;

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 **3 з.е., 108 академических часов**, в том числе **39 академических часов**, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**13 часов** – занятия лекционного типа, **26 часов** – занятия семинарского типа), **69 академических часов** на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

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 лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Породообразующие элементы		2		–	2	Подготовка к контрольному опросу, 10 часов
Раздел 2. Методы определения химического состава пород		1		-	1	Подготовка к контрольному опросу, 10 часов
Раздел 3. Подходы к интерпретации геохимических данных		6		26	32	1 расчетно-графическая работа, подготовка к контрольному опросу, 20 часов
Раздел 4. Петрохимические особенности метаморфических и метасоматических пород		2		-	2	Подготовка к контрольному опросу, 7 часов
Раздел 5. Геодинамическая интерпретация петрохимических данных		1		-	1	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 6. Роль петрохимии в современной геологии		1		-	1	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>						10

Итого	108	39	69
--------------	------------	-----------	-----------

Содержание разделов дисциплины:

1. Породообразующие элементы.

Породообразующие элементы. Их роль в сложении горных пород и минералов. Петрохимическая классификация элементов. Элементы - примеси в горных породах и минералах. Формы нахождения химических элементов в магмах. Петрохимические особенности процессов седиментогенеза, магматизма и метаморфизма. Средний состав горных пород. Кристаллохимия породообразующих элементов.

2. Методы определения химического состава пород.

Методы анализа горных пород и минералов. Их точность. Источники ошибок при анализе: аналитические и геологические. Влияние однородности анализируемого материала на результаты анализа. Представление о статистических методах обработки химических анализов.

3. Общие подходы к интерпретации петрохимических данных.

Петрохимические диаграммы. Диаграмма TAS и ее применение. Диаграммы Харкера и реконструкции эволюции состава расплава при фракционной кристаллизации.

Диаграмма AFM и ее применение.

4. Петрохимические особенности метаморфических и метасоматических пород.

Подвижность породообразующих элементов в процессах метаморфизма и метасоматоза. Мантийный метасоматоз и его влияние на состав глубинных расплавов.

5. Геодинамическая интерпретация петрохимических данных.

Дискриминационные диаграммы тектонических обстановок (R1-R2 и др.).

Диаграммы Пирса (Pearce, 1984) и их применение.

6. Роль петрохимии в современной геологии.

Петрохимия в классификации горных пород. Петрохимия и петрогенетические модели.

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.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся сдача рефератов.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы рефератов:

1. Распространенность породообразующих элементов в оболочках Земли
2. Породообразующие элементы в геохимической классификации элементов
3. Рентгенофлюоресцентный метод анализа химического состава горных пород.
4. Стандартные образцы горных пород
5. Петрохимия океанических базальтов.
6. Средний состав коры: методы оценки
7. Тренды фракционирования магматических серий на диаграммах Харкера
8. Петрохимические базы данных
9. Коматииты и их петрохимические типы
10. Петрохимия траппов
11. Петрохимические серии вулканитов островных дуг
12. Химические классификации гранитоидов
13. Источники кислых расплавов: отражает ли их петрохимия гранитоидов?

Примечание: все вопросы с конкретными содержаниями породообразующих оксидов будут снабжены химическими анализами реальных пород.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. В какую геохимическую группу элементов входят: 1) Si 2) Fe 3) Ti
2. Какой элемент преобладает по массе в составе континентальной коры?
3. Расплав 1 имеет $T_{\text{ликвидуса}} = 1384^{\circ}\text{C}$, а расплав 2 - 1215°C . В каком расплаве можно предполагать более высокое содержание MgO?
4. Расположите минералы: оливин, доломит, клинопироксен, альбит, кварц, ортоклаз в порядке возрастания в них содержания SiO_2 .
5. Расположите минералы: оливин, флогопит, клинопироксен, альбит, ортопироксен, кварц, ортоклаз в порядке возрастания в них содержания Al_2O_3 .
6. В каких пределах может изменяться содержание MgO в оливине? Сколько MgO в вес.% в оливине с $Fo = 92$?
7. В чем преимущества и ограничения метода РФА?
8. Что такое «п.п.п» и зачем их определять?
9. На какой стадии пробоподготовки наиболее вероятно загрязнение пробы?
10. В каких формах приводятся концентрации Fe в химическом анализе породы?
11. Влияет ли текстура и структура горной породы на результат химического анализа?
12. Чем петрохимия MORB отличается от петрохимии OIB? И почему?
13. Сколько SiO_2 и MgO в среднем составе нижней коры и верхней коры?
14. Какого компонента больше в хондрите C1: FeO или MgO? А в мантии?
15. Что понимают под примитивной мантией? Какими подходами оценивается ее петрохимический состав?
16. Какие механизмы обеспечивают рециклинг коры?
17. Что такое «пересчет на безводную основу», когда и зачем он выполняется?
18. Для решения каких петрогенетических задач эффективны диаграммы Харкера?
19. Что такое нормативный и модальный минеральный состав породы?
20. Магматические породы 1 содержат нефелин, порода 2 содержит кварц. К какому типу пород по насыщению SiO_2 они принадлежат? Какие интервалы содержания SiO_2 можно предположить для породы 1? Для породы 2?
21. Чем будут различаться химические анализы кварц-нормативных и оливин-нормативных базальтов?
22. У Вас есть выборка из 542 неопубликованных анализов девонских базальтов определенного крупного региона. Вам надо разделить их на петрохимические типы. По какому плану Вы будете действовать?
23. В каких случаях для обработки петрохимических данных эффективно применение кластерного анализа?
24. По какому закону распределено содержание CaO в MORB?
25. Какие эффузивные породы содержат до 28 вес.% MgO? Известны ли современные извержения таких лав?
26. Пикрит содержит вес.% : MgO = 27.11, FeO = 6.28, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3.74$. Какое Mg# он имеет?
27. Магматическая порода содержит 54 вес.% SiO_2 и 16 вес.% MgO. Можно высказать по крайней мере два предположения по поводу ее происхождения. Какие?
28. Какая магматическая порода может содержать менее 1 вес. % SiO_2 ?
29. Могут ли магматические породы содержать 6 вес. % TiO_2 ? Если да, то какие?
30. Чем петрохимия базальтов БАДР серии отличается от петрохимии MORB? И почему?
31. Какие основные петрохимические типы базальтов встречаются во внутриплитных провинциях?

32. Базальт содержит 0.70 вес.% TiO_2 . Согласитесь ли Вы с предположением, что он представляет Сибирские траппы? Почему?
33. В каких базальтах 1) БАДР серии, 2) MORB - отношение Fe_2O_3/FeO будет выше?
34. Внутриплитный базальт содержит 8000 ppm Ti. К какому петрохимическому типу он, скорее всего, принадлежит?
35. Чем петрохимия андезитов БАДР серии отличается от петрохимии исландитов? Какая диаграмма иллюстрирует важное отличие?
36. Какие породы: адакиты или латиты содержат больше: 1) K_2O 2) MgO ?
37. Порода 1 была отобрана в 150 км от зоны субдукции, порода 2 – в 30 км. В какой породе можно ожидать более высокую концентрацию K_2O ?
38. Каковы основные петрохимические различия гранитов S- и I-типов? Гранит 1 содержит 2.5 вес. % Na_2O и 5.8 % вес. K_2O , гранит 2 содержит 5.0 вес. % Na_2O и 2.8 вес.% K_2O : какой гранит с большей вероятностью принадлежит к S-типу, а какой – к I-типу? К какому еще типу может принадлежать гранит 2?
39. К какому петрохимическому типу обычно принадлежат граниты рапакиви?
40. Какие летучие компоненты характерны для гранитоидов A-типа?
41. Гранитоиды какого петрохимического типа обычно входят в состав бимодальных комплексов?
42. Гранитоиды какого петрохимического типа преобладают в островных дугах?

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
Знания базовых понятий в современных представлениях о формировании горных пород различного химического состава, вариации концентраций породообразующих компонентов в химическом составе основных групп горных пород и главные факторы, определяющие эти вариации	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания систематические, но возможна их недостаточная структурированность или наличие небольших пробелов
Умения оценивать качество химических анализов горных пород, грамотно подготовить образцы пород для анализа химического состава	Отсутствие умений или весьма несистематическое умение	В целом успешное умение оценивать качество химических анализов горных пород и грамотно подготовить образцы пород для анализа химического состава, но с возможными отдельными пробелами принципиального характера

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Ефремова С. В., Стафеев К. Г. Петрохимические методы исследования горных пород: Справочное пособие. - М.: Недра, 1985. - 511 с.

- дополнительная литература:

Дэвис Дж. Статистика и анализ геологических данных М., 1977

Б) Перечень программного обеспечения: Microsoft Office Excel, Power Point

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

W.M. White: Geochemistry On-line textbook

GERM Reservoir Database, GeoRoc

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

Геологическая энциклопедия GeoWiki - <http://wiki.web.ru>.

Д) Материально-техническое обеспечение:

а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 15 учащихся;

б) оборудование – персональные компьютеры;

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Пересецкая Е.В.

11. Разработчики программы – Носова А.А., Шур М.Ю.