

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пушаровский/
«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геохимия

Автор-составитель: Бычкова Я.В.

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 20__

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*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. № 1674.

Год (годы) приема на обучение – 2016.

© 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 "Геохимия" является освоение студентами теоретических основ общей геохимии, изучение поведения химических элементов в геологических процессах, ознакомление с геохимическими методами решения теоретических (генетических) и прикладных задач геологии.

Задачи - теоретическое освоение основ геохимии; ознакомление с современными достижениями в области геохимии; приобретение знаний и профессиональных навыков в области геохимии; ознакомление с современными методами химического анализа геологических проб.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр – 7.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: освоение дисциплин «Общая геология», «Основы неорганической химии», «Минералогия с элементами кристаллографии», «Петрология».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: теоретические основы геологии, геохимии, петрологии и минералогии; основные закономерности распространенности происхождения химических элементов; геохимическую классификацию элементов; основные сведения о породообразующих минералах и парагенезисах; характерных для различных семейств горных пород; основные черты поведения элементов в природных процессах

Уметь: использовать геохимические индикаторы для решения вопросов геологии; оценивать достоверность геохимических данных.

Владеть: методами обработки и интерпретации данных по химическому и минеральному составу горных пород и породообразующих минералов.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия, самостоятельная работа студентов.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 42 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 часов – занятия лекционного типа, 14 часов – занятия семинарского типа), 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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе "Геохимия" излагаются следующие проблемы: распространенность химических элементов в природе, наблюдаемые закономерности и их причины; физико-химические основы геологических процессов, управляющие миграцией химических элементов и их изотопов; геохимия эндогенных процессов, источники вещества земной коры, геохимические критерии выявления источников; геохимия внешних оболочек Земли: атмосферы, гидросферы, осадочной оболочки, биосферы; геохимический круговорот элементов; геохимические проблемы охраны окружающей среды, закономерности миграции загрязнений в окружающей среде (на примере отдельных элементов).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Предмет и методы геохимии. История геохимии		6			6	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Раздел 2. Распространенность элементов в природе		6		3	9	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Раздел 3. Физическая геохимия		6		3	9	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа
Раздел 4. Геохимия эндогенных процессов		4		4	8	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Раздел 5. Геохимия экзогенных процессов		6		4	10	Подготовка к контрольному опросу, 6 часов
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
Итого	72			42		30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Предмет и методы геохимии. История геохимии.

Тема 1.1. Определение геохимии. Объект геохимии. Взаимоотношение геохимии с другими науками. Методы геохимических исследований. Возникновение геохимии. Работы Ф.У.Кларка, В.И.Вернадского, В.М.Гольдшмидта. Методологические основы современных геохимических исследований.

Тема 1.2. Современные инструментальные методы аналитической химии для решения геологических задач. Физические основы аналитических методов, возможности и ограничения в области геохимии - рентгенофлуоресцентный анализ, атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, масс-спектральный анализ. Локальные методы исследования вещества.

Раздел 2. Распространенность элементов в природе.

Тема 2.1. Определение понятия "распространенность элементов (кларк)". Единицы выражения. "Космическая" распространенность элементов и их изотопов. Основные закономерности зависимости распространенности элементов от атомного номера. Нуклеосинтез, возраст элементов. Химический состав метеоритов. Углистые хондриты - возможные продукты конденсации протопланетного облака. Источники энергии геологических процессов. Соотношение мощности внутренних и внешних (Солнце) источников энергии.

Тема 2.2. Строение Земли. Составы оболочек Земли (ядро, мантия, кора) и методы их оценки. Дифференциация мантии, пиролитовая модель мантии Рингвуда-Грина. Гипотеза зонной плавки А.П.Виноградова. Земная кора, как продукт дифференциации мантии. Происхождение атмосферы и гидросферы Земли за счет дегазации мантии.

Тема 2.3. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта, ее физико-химические и геохимические основы.

Раздел 3. Физическая геохимия.

Тема 3.1. Миграция элементов, понятие о формах миграции элементов. Закон рассеяния В.И.Вернадского, его термодинамические основания. Внутренние и внешние факторы миграции. Заряд, радиус, ионный потенциал, тип химической связи, окислительно-восстановительный потенциал и др. Влияние температуры и давления, силовых полей.

Геохимические барьеры. Определение понятия. Природа геохимических барьеров. их движущие силы. Классификация барьеров по А.И.Перельману.

Тема 3.2. Изоморфизм. Ряды изоморфизма Вернадского. Гетеровалентный изоморфизм и диагональные ряды Ферсмана. Изоморфизм как фактор, определяющий закономерности поведения микроэлементов в природных процессах.

Тема 3.3. Геохимия изотопов. Стабильные изотопы как индикаторы геохимических процессов. Изотопные стандарты. Вариации изотопного состава, фракционирование изотопов. Влияние температуры на распределение изотопов между фазами и изотопные геотермометры. Использование изотопных данных в геохимических исследованиях (на примере изотопии серы: главные процессы фракционирования изотопов, определение генезиса природных объектов по изотопному составу серы).

Радиоактивные и радиогенные изотопы. Определение изотопного возраста (радиоуглеродный, калий-аргоновый, рубидий-стронциевый, уран-торий-свинцовый методы), особенности интерпретации данных.

Раздел 4. Геохимия эндогенных процессов.

Тема 4.1. Геохимия магматического процесса. Проблема источников магм (мантийные и коровые). Общие закономерности изменения распространенности элементов в зависимости от содержания кремнезема. Механизмы и законы дифференциации магмы. Кристаллизационная дифференциация. Халькофильные элементы и ликвация. Магматогенные месторождения полезных ископаемых.

Тема 4.2. Геохимия гидротермального процесса. Источники вещества гидротермального процесса, геохимические критерии их выявления (изотопы водорода и кислорода, серы,

свинца). Составы гидротермальных растворов, формы переноса элементов. Факторы отложения рудных компонентов. Зональность отложения элементов, первичные ореолы и их использование при геохимических поисках месторождений.

Раздел 5. Геохимия экзогенных процессов.

Тема 5.1. Факторы экзогенных процессов (температура, состав атмосферы и вод, живое вещество). Процессы выветривания. Почвообразование и его геохимическая роль.

Тема 5.2. Атмосфера, ее состав, вертикальная зональность. Происхождение главных компонентов атмосферы; эволюция атмосферы в истории Земли.

Тема 5.3. Гидросфера. Строение гидросферы, роль океана. Происхождение гидросферы. Растворимость природных соединений - главный фактор, ограничивающий разнообразие составов природных вод. Состав природных вод и формы нахождения элементов. Состав воды океана. Проблема постоянства состава океана в геологической истории. Влияние воды океана на состав вод суши. Формирование химического состава вод суши, химический состав речных вод, формы переноса элементов в них. Морская и континентальная ветви природных вод. Геохимические индикаторы и критерии генезиса вод. Химический состав подземных вод, формирующие его процессы. Главные генетические типы подземных вод.

Тема 5.4. Геохимия осадочной оболочки. Геохимическая классификация осадочных образований В.М.Гольдшмидта. Факторы и механизмы дифференциации вещества в осадочном процессе. Типы литогенеза по Н.М.Страхову. Зональность осадочных образований как результат дифференциации. Геохимический баланс кислорода и углерода. Органическое вещество осадков. Диагенез, источники энергии, главные химические и биогеохимические реакции, роль поровых растворов.

Тема 5.5. Биосфера. Границы биосферы, состав и масса живого вещества. Геохимические функции живого вещества, биогеохимические процессы как геологический фактор. Органическое вещество, процессы синтеза и разложения. Автотрофные и гетеротрофные организмы. Возраст жизни и возраст фотосинтеза. Деятельность живого вещества и эволюция поверхностных оболочек Земли.

Биогеохимия. Связь состава организма с составом среды. Биогеохимические провинции, причины эндемических заболеваний. Токсичность и толерантность, синергизм и антагонизм элементов. Биологическая доступность элементов и некоторые способы ее изменения.

Тема 5.6. Понятие геохимического цикла. Структура малого и большого геохимических циклов. Понятие времени пребывания элемента, оценка интенсивности кругооборота вещества. Взаимосвязь эволюции земной коры, гидросферы, атмосферы и биосферы, геохимические признаки эволюции.

Тема 5.7. Геохимические проблемы охраны окружающей среды. Масштабы химического загрязнения среды. Изменение геохимических циклов элементов в результате хозяйственной деятельности человека (на примере свинца). Пути поступления, формы миграции свинца в среде и их трансформация. Накопление в почвах, растениях и животных, токсичность. Меры предупреждения загрязнения среды. Наиболее опасные компоненты антропогенных загрязнений (ртуть, кадмий, мышьяк, пестициды).

Рекомендуемые образовательные технологии

При освоении дисциплины Геохимия предусматривается широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий. Учащиеся осваивают методы геохимических исследований, овладевают приемами интерпретации геологических данных с позиции геохимических процессов. По результатам внеаудиторной работы (работа с литературными источниками, ресурсами Интернет, базами данных) студенты под руководством преподавателя готовят сообщения по основным разделам дисциплины и выступают с докладами на семинарах. Удельный вес интерактивных форм обучения составляет 33% аудиторных занятий, лекции составляют 67% аудиторных занятий.

При чтении лекций используются *интерактивные лекции-визуализации* с выделением в визуальной форме основных понятий физической геохимии. При проведении семинарских занятий рекомендуется использовать *кейс-метод* с имитацией реальных геологических задач, имеющих практическую значимость, обработки реальных результатов и условий петрологических, минералогических и геохимических работ.

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.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы/работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы контрольных работ:

1. Контрольная работа «Современные инструментальные аналитических методы, используемые в геохимии».
2. Контрольная работа «Изотопные методы в геологии».

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Предмет и методы геохимии. Современные направления геохимии.
2. Космическая распространенность элементов. Ее закономерности.
3. Происхождение элементов.
4. Возраст солнечной системы и Земли. Методы оценки.
5. Химический состав метеоритов. Главные фазы.
6. Оболочечное строение Земли. Гипотезы о химическом составе ядра.
7. Источники энергии геологических процессов.
8. Гипотезы о составе мантии. Дифференциация мантии.
9. Происхождение внешних оболочек Земли.
10. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта. Ее физико-химические и геохимические основы.
11. Изоморфизм, его причины. Диагональные ряды Ферсмана.
12. Значение изоморфизма для геохимии.
13. Понятие факторов миграции. Внешние факторы миграции.
14. Внутренние факторы миграции.
15. Свойства водных растворов. Формы нахождения элементов в растворах.
16. Комплексообразование в растворах, его роль в миграции элементов.
17. Радиогенные изотопы. Главное уравнение изотопной геохронологии.
18. Изохронные методы (рубидий-стронциевый).
19. Уран-торий-свинцовые методы.
20. Калий-аргоновый метод, проблема потери аргона.
21. Радиоуглеродный и тритиевый методы.
22. Стабильные изотопы. Единицы измерения, изотопные стандарты.
23. Использование стабильных изотопов в геологических исследованиях.
24. Изотопы серы. Применение в геологии.
25. Изотопы кислорода и водорода. Критерии выявления источника водных растворов.
26. Магматическая дифференциация. Ее закономерности.
27. Источники вещества гидротермального процесса.
28. Факторы отложения рудного вещества в гидротермальном процессе.
29. Состав атмосферы Земли, происхождение ее компонентов.
30. Строение гидросферы Земли.

31. Геохимическая классификация осадочных образований по В.М. Гольдшмидту.
32. Биосфера, геохимические функции живого вещества.
33. Понятие геохимического цикла. Время пребывания.
34. Современные инструментальные методы анализа.
35. Рентгенофлуоресцентный метод. Физические основы, возможности и ограничения.
36. Атомно-эмиссионный метод. Физические основы, возможности и ограничения.
37. Атомно-абсорбционный метод. Физические основы, возможности и ограничения.
38. Масс-спектрометрия. Физические основы, возможности и ограничения.
39. Локальные методы исследования вещества.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основные закономерности распространённости происхождения химических элементов; геохимическую классификацию элементов; основные сведения о породообразующих минералах и парагенезисах; характерных для различных семейств горных пород; основные черты поведения элементов в природных процессах	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать геохимические индикаторы для решения вопросов геологии; оценивать достоверность геохимических данных	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение использовать геохимические индикаторы для решения вопросов геологии	Успешное использовать геохимические индикаторы для решения вопросов геологии; оценивать достоверность геохимических данных
Владения: базовыми методами лабораторных исследований горных пород;	Навыки владения базовыми методами отсутствуют	Фрагментарное владение методами, наличие отдельных	В целом сформированные навыки использования методов	Владение базовыми методами лабораторных исследований

методами обработки и интерпретации данных по химическому и минеральному составу горных пород и породообразующих минералов		навыков	обработки и интерпретации данных по химическому и минеральному составу горных пород и породообразующих минералов	горных пород; методами обработки и интерпретации данных по химическому и минеральному составу горных пород и породообразующих минералов
---	--	---------	--	---

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Браунлоу А.Х. Геохимия, М., "Недра", 1984, 464 с.
2. Перельман А.И. Геохимия. 3-е изд. М., ЛЕНАНД, 2016, 531 с.

- дополнительная литература:

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. 2-е изд. М., Наука, 1987, 340 с.
2. Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. М., Мир, 1968, 368 с.
3. Геохимия гидротермальных рудных месторождений. Под ред. Х.Л.Барнса. М., Мир, 1982. Главы 6 (Изотопы кислорода и водорода в гидротермальных месторождениях), 8 (Растворимость рудных минералов), 10 (Изотопы серы и углерода), с. 200-237, 328-369, 405-450.
4. Жариков В.А. Физико-химические основы петрологии. М., Наука, 1976.
5. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия. М., Недра, 1992, 463 с.
6. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. М., Высшая школа, 1994. 400 с.
7. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963.
8. Фор Г. Основы изотопной геологии. М., Мир, 1989, 589 стр.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

Не требуется.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

Не требуется.

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Нет.

Д) Материально-технического обеспечение:

Аудитория, рассчитанная на группу из 40 -50 учащихся; мультимедийный проектор, компьютер, экран.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Бычкова Я.В.

11. Автор (авторы) программы – Бычкова Я.В.