

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

Общая геохимия

Автор-составитель: Гричук Д.В.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

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.

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 "Общая геохимия" является освоение студентами теоретических основ общей геохимии, изучение поведения химических элементов в геологических процессах.

Задачи – приобретение знаний о химическом составе Земли, ее оболочек, главных геологических объектов; изучение законов, определяющих миграцию и дифференциацию химических элементов в природных процессах; освоение методов и приемов физико-химического анализа геологических процессов; знакомство с геохимическими методами решения теоретических (генетических) и прикладных задач геологии, с современными достижениями в области геохимии.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, обязательная, курс – III, семестр – 5.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Основы неорганической химии», «Аналитическая химия (краткий курс)», «Минералогия с основами кристаллографии», «Петрография», «Литология».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Геохимия элементов», «Экологическая геохимия», «Экологическая геохимия природных вод», «Экологическая геология», 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),

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (формируется частично),

СПК-1.Б Способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации в области экологической геологии (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: современные представления о космической распространенности элементов, составе Земли и ее оболочек; физико-химические законы, управляющие миграцией и элементов в природных процессах; геохимические закономерности дифференциации элементов в магматическом, гидротермально-метасоматическом и осадочном процессе, геохимические свойства атмосферы, гидросферы и биосферы.

Уметь: анализировать геохимическую информацию с позиций физико-химических законов, управляющих поведением элементов в природных процессах.

Владеть: навыками использования геохимических индикаторов (в т.ч. – изотопных) для решения генетических проблем геологии.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., в том числе 48 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (32 часа – занятия лекционного типа, 16 часов – занятия семинарского типа), 16 часов – мероприятия текущего

контроля успеваемости и промежуточной аттестации, **80** академических часа 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 законы, управляющие миграцией и дифференциацией химических элементов и их изотопов в геологических процессах;
- геохимия эндогенных процессов, источники вещества и геохимические критерии их выявления;
- геохимия внешних оболочек Земли: атмосферы, гидросферы, осадочной оболочки, биосферы; геохимический круговорот элементов;
- геохимические проблемы охраны окружающей среды.

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 – рефераты, контрольный опрос)
		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.		2		–	2	
Раздел 2. Распространенность элементов в природе.		8		4	12	Подготовка реферата по тематике раздела, 20 часов
Раздел 3. Физическая геохимия.		8		4	12	Подготовка реферата по тематике раздела, 20 часов
Раздел 4. Геохимия эндогенных процессов		4		4	8	Подготовка реферата по тематике раздела, 20 часов
Раздел 5. Геохимия экзогенных процессов		8		4	12	Подготовка реферата по тематике раздела, 20 часов
Раздел 6. Геохимические проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду.		2			2	Подготовка к контрольному опросу, 4 часа
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						12
Итого	144			48		96

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Предмет и методы геохимии. История геохимии.

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. Роль моделирования природных геохимических процессов.

Раздел 2. Распространенность элементов в природе.

Определение понятия “распространенность элементов (кларк)”. “Космическая” распространенность элементов, ее основные закономерности. Нуклеосинтез, основные типы ядерных реакций, возраст элементов. Химический состав метеоритов. Основопологающая гипотеза об аналогии химического состава твердого вещества планет и состава метеоритов. Данные о планетах земной группы. Идея о фракционировании элементов в процессе аккреции.

Строение Земли. Составы оболочек Земли (ядро, мантия, кора) и методы их оценки. Полиморфизм и состояние вещества в глубинных сферах Земли. Дифференциация мантии, принцип выплавления и дегазации. Земная кора, как продукт дифференциации мантии. Происхождение атмосферы и гидросферы Земли за счет дегазации мантии. Источники энергии геологических процессов. Соотношение мощности внутренних и внешних (Солнце) источников энергии.

Распространенность элементов в земной коре. Методы оценки среднего химического состава земной коры. Современные представления о структуре земной коры; типы земной коры. Оценка распространенности элементов в земной коре (по А.Б.Ронову и А.А.Ярошевскому).

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

Раздел 3. Физическая геохимия.

Миграция элементов, понятие о формах миграции. Закон рассеяния В.И.Вернадского, его термодинамические основания. Внутренние и внешние факторы миграции.

Термодинамика природных процессов. Определения понятий (система, фаза, набор независимых компонентов, число степеней свободы). Направленность природных химических реакций; критерий минимума свободной энергии. Равновесное состояние химической системы; способы термодинамического расчета. Правило фаз Гиббса, применение для решения геохимических задач.

Свойства водных растворов. Закон действующих масс, константа равновесия. Активность, уравнение Дебая-Хюккеля. Формы нахождения элементов в водных растворах, комплексообразование. Растворимость твердых фаз, использование для прогноза взаимодействия «вода-порода». Кинетика химических реакций, проявление в природных процессах.

Изоморфизм. Ряды изоморфизма Вернадского. Гетеровалентный изоморфизм и диагональные ряды Ферсмана. Изоморфизм как фактор, определяющий закономерности распределения микроэлементов. Примеры экологических последствий изоморфного вхождения токсичных микроэлементов в горнорудное сырье.

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

Геохимия изотопов. Стабильные изотопы как индикаторы геохимических процессов. Изотопные стандарты. Вариации изотопного состава, фракционирование изотопов. Использование изотопных данных в геохимических исследованиях (на примере изотопии серы). Радиоактивные и радиогенные изотопы. Определение абсолютного возраста (основные методы), особенности интерпретации данных.

Раздел 4. Геохимия эндогенных процессов.

Геохимия магматического процесса. Проблема источников магм (мантийные и коровые). Физико-химические закономерности кристаллизационной дифференциации, поведение элементов-примесей в этом процессе. Ликвация и ее роль в судьбе халькофильных элементов. Общие закономерности изменения распространенности элементов в зависимости от содержания кремнезема. Главные типы магматических рудных месторождений.

Геохимия гидротермального процесса. Источники вещества, геохимические критерии их выявления. Термодинамические условия процесса, составы растворов, формы переноса элементов. Факторы отложения рудных компонентов. Гидротермально-метасоматические процессы, их закономерности; работы Д.С.Коржинского. Зональность отложения элементов, первичные ореолы, использование при геохимических поисках месторождений. Главные типы гидротермальных рудных месторождений.

Геохимия метаморфического процесса. Зависимость минерального состава метаморфических пород от условий метаморфизма. Принцип метаморфических фаций. Проблемы реконструкции первичного состава и условий образования метаморфических пород.

Раздел 5. Геохимия экзогенных процессов.

Факторы экзогенных процессов. Процессы выветривания. Почвообразование и его геохимическая роль.

Понятие геохимического цикла, его структура. Понятие времени пребывания элемента, оценка интенсивности кругооборота вещества. Взаимосвязь эволюции земной коры, гидросферы, атмосферы и биосферы, геохимические признаки эволюции в геологической истории.

Атмосфера. Химический состав, происхождение ее компонентов и эволюция атмосферы в истории Земли. Антропогенное изменение состава атмосферы, его возможные масштабы, проблема “парникового эффекта”.

Гидросфера. Строение гидросферы, ее масса, роль океана. Основные компоненты химического состава природных вод. Растворимость природных соединений - главный фактор, ограничивающий разнообразие составов природных вод. Состав воды океана, проблема постоянства состава океана в геологической истории, геохимические критерии его эволюции. Формирование химического состава вод суши. Морская и континентальная ветви природных вод. Геохимические индикаторы и критерии генезиса вод. Химический состав подземных вод, формирующие его процессы.

Геохимия осадочной оболочки. Относительная распространенность литологических типов осадочных пород. Геохимическая классификация осадочных образований В.М.Гольдшмидта. Факторы и механизмы дифференциации вещества в осадочном процессе. Типы литогенеза по Н.М.Страхову. Зональность осадочных образований. Связь геохимического разнообразия осадков со скоростью седиментации. Роль биогеохимических факторов в осадкообразовании. Осадкообразование как фактор самоочищения водоемов. Типы осадочных рудных месторождений.

Диагенез: источники энергии, главные химические и биогеохимические реакции, преобразование минерального состава осадков, роль поровых растворов. Поведение микроэлементов - загрязнителей при диагенезе (на примере ртути).

Эпигенетические процессы в осадочных породах и их роль в концентрировании металлов; характерные ассоциации элементов эпигенетических руд в осадочных породах. Преобразование минерально-геохимического состава главных промышленных типов рудного сырья при формировании кор выветривания и его эколого-геохимические последствия.

Биосфера. Понятие о биогеохимических процессах; прямое и косвенное влияние организмов на геологические процессы, “биокосное” вещество. Состав и масса живого вещества, ассоциации элементов (биофильные элементы). “Жизненно необходимые” микроэлементы и их биохимическая роль. Геохимические функции живого вещества:

энергетическая, концентрационная, газовые, поляризационная, транспортная и др. Основной биогеохимический цикл: фотосинтез - дыхание; принципиальное значение его неполной замкнутости. Возраст жизни. Деятельность живого вещества как фактор эволюции поверхностных оболочек Земли.

Раздел 6. Геохимические проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду.

Связь живого организма с химическим составом среды; понятие эндемии, причины эндемических заболеваний. Биогеохимические провинции, факторы их формирования, значение для хозяйственной деятельности человека; работы А.П.Виноградова. Токсичность и толерантность, синергизм и антагонизм элементов в живых организмах. Биологическая доступность элементов, способы ее изменения.

Масштабы антропогенного химического загрязнения среды. Геохимический цикл токсичного элемента на примере свинца, изменение цикла в результате хозяйственной деятельности человека. Пути поступления, формы миграции свинца в среде и их трансформация. Накопление в почвах, растениях и животных, токсичность. Техногенные геохимические аномалии. Меры предупреждения загрязнения среды. Наиболее опасные компоненты антропогенных загрязнений.

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 студенты в ходе семестра по разделам 2 – 5 выполняют рефераты на заданные темы. Рефераты докладываются и обсуждаются на семинарских занятиях. По разделу 6 проводится контрольный опрос.

Примерные темы рефератов:

По разделу 2. Распространенность элементов в природе.

1. Закономерности «космической» распространенности элементов и изотопов как следствие процессов нуклеосинтеза в звездах.
2. Природа плотностных границ в мантии Земли.
3. Понятие «некогерентных элементов» и дифференциация вещества верхней мантии.
4. Гипотезы о происхождении гидросферы и атмосферы Земли и их геохимическая аргументация.
5. Развитие подходов к оценке состава Земной коры.

По разделу 3. Физическая геохимия.

1. Моделирование природных процессов путем термодинамического расчета равновесных состояний: способы преодоления внутреннего противоречия в подходе к проблеме.
2. Комплексообразование – роль в геохимии.
3. Роль изоморфизма в формировании природных геохимических ассоциаций элементов.
4. Техногенные геохимические барьеры.
5. Масс-независимое фракционирование изотопов – примеры использования в решении геологических проблем.

По разделу 4. Геохимия эндогенных процессов.

1. Признаки корового происхождения гранитов.
2. Магматогенные рудные формации.
3. Признаки гибридизма вещества в островодужном магматизме.
4. Геохимические критерии выявления источника воды при гидротермальном рудообразовании.
5. Природа зональности первичных геохимических ореолов гидротермальных месторождений.

По разделу 5. Геохимия экзогенных процессов.

1. Гипотезы о «Great Oxygen Event» - современное состояние.

2. Морская и континентальная ветви в генезисе подземных вод.
3. «Эвксинские» бассейны – что это такое?
4. «Биокосное вещество» В.И.Вернадского – современное понимание.
5. Биогеохимическая эволюция живого вещества – роль в развитии биосферы Земли.

Примерный перечень вопросов для проведения контрольного опроса по разделу 6:

1. Основные факторы самоочищения водоемов.
2. Антропогенная эвтрофикация водоемов, ее основные причины.
3. Что такое «синергизм» и «антагонизм» в биогеохимическом воздействии элементов?
4. Как можно повлиять на негативные биогеохимические факторы окружающей среды.
5. Основные пути эмиссии токсичных элементов в горнорудной индустрии.
6. Нормирование состава компонентов окружающей среды, используемые документы.
7. История техногенных эндемических заболеваний.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Предмет и методы геохимии.
2. Космическая распространенность элементов. Ее закономерности.
3. Происхождение элементов. Процессы нуклеосинтеза.
4. Химический состав метеоритов. Главные фазы.
5. Оболочечное строение Земли. Гипотезы о химическом составе ядра.
6. Источники энергии геологических процессов.
7. Гипотезы о составе мантии. Дифференциация мантии.
8. Происхождение внешних оболочек Земли.
9. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта. Ее физико-химические и геохимические основы.
10. Понятие факторов миграции. Внешние факторы миграции.
11. Внутренние факторы миграции.
12. Изоморфизм, его причины. Ряды Вернадского, определяющие их факторы.
13. Изоморфизм. Диагональные ряды Ферсмана, определяющие их факторы.
14. Значение изоморфизма для геохимии и экологической геологии.
15. Радиоактивные изотопы. Типы радиоактивного распада. Главное уравнение изотопной геохронологии.
16. Изохронные методы (рубидий-стронциевый).
17. Уран-торий-свинцовые методы.
18. Калий-аргоновый метод, проблема потери аргона.
19. Радиоуглеродный и тритиевый методы.
20. Стабильные изотопы. Единицы измерения, изотопные стандарты.
21. Использование стабильных изотопов в геологических исследованиях.
22. Изотопы кислорода и водорода. Критерии выявления источника водных растворов.
23. Магматическая дифференциация. Ее закономерности.
24. Геохимические ассоциации элементов в магматическом процессе.
25. Источники вещества гидротермального процесса, методы их выявления.
26. Факторы отложения рудного вещества в гидротермальном процессе.
27. Классификация гидротермальных месторождений, связь температуры, источников вещества, факторов отложения и ассоциаций рудных металлов.
28. Зональность первичных ореолов, ряд зональности, его практическое использование.
29. Понятие геохимического цикла. Время пребывания.
30. Состав и строение атмосферы Земли.
31. Происхождение компонентов атмосферы, эволюция состава атмосферы в истории Земли.

32. Строение гидросферы Земли.
33. Состав морской воды. Его постоянство во времени и пространстве.
34. Закономерности химического состава подземных вод.
35. Главные химические реакции в осадочном процессе.
36. Геохимическая систематика осадочных образований по В.М.Гольдшмидту.
37. Факторы геохимической дифференциации в осадочном процессе.
38. Геохимическое строение биосферы.
39. Геохимические функции живого вещества.
40. Взаимоотношение организма и среды; биогеохимические провинции, их происхождение.
41. Эндемические заболевания, принципы и методы предотвращения.
42. Антропогенное загрязнение как причина эндемических заболеваний.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: современных данных по строению и составу оболочек Земли; законов, управляющих поведением элементов в геологических процессах	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: анализировать геохимическую информацию с позиций физико-химических законов, управляющих поведением элементов в природных процессах	Умения отсутствуют	Не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее пробелы умение.	Успешное умение анализировать геохимическую информацию.
Владения: навыками использования геохимических индикаторов для решения генетических проблем геологии	Навыки отсутствуют	Фрагментарное владение отдельными навыками	В целом сформированные навыки.	Владение навыками использования геохимических индикаторов.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Перельман А.И. Геохимия. 3-е изд. М., ЛЕНАНД, 2016, 531 с.

- дополнительная литература:

- Алексеев В.А. Экологическая геохимия. М., Логос, 2000, 627 с.
- Борисов М.В., Шваров Ю.В. Термодинамика геохимических процессов. М., Изд-во Московского ун-та, 1992, 256 с.
- Браунлоу А.Х. Геохимия, М., Недра, 1984, 464 с.
- Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., Наука, 2001, 375 с.
- Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. М., Мир, 1968, 368 с.
- Жариков В.А. Основы физической геохимии. М., МГУ. 2005. 654 с.
- Зверев В.П. Подземная гидросфера. Проблемы фундаментальной гидрогеологии. М., Научный мир, 2011, 260 с.
- Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. Книги 1 - 6. М., Недра, 1994-1997.
- Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические прикладные и экологические аспекты. Изд. 2-е, доп. М., РАН, 2012, 677 с.
- Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М., Наука, 1990, 182 с.
- Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. Под ред. А.П.Соловова. М., Недра, 1990, 335 с.
- Титаева Н.А. Ядерная геохимия. 2-е изд. М., Изд-во Моск. Ун-та, 2000, 336 с.
- Хендерсон П. Неорганическая геохимия. М., Мир, 1985, 339 с.
- Ярошевский А.А. Проблемы современной геохимии. Новосибирск, Новосиб. Гос. Ун-т, 2004, 194 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint.

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

Д) Материально-технического обеспечения: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Гричук Д.В.

11. Автор (авторы) программы – Гричук Д.В.