

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: Николаев Ю.Н.

**Уровень высшего образования:**

*Бакалавриат*

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геофизика**

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 – 2019.

© 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** дисциплины «Геохимия» является освоение студентами теоретических основ общей геохимии, изучение поведения химических элементов в геологических процессах, использование полученных знаний для решения теоретических и прикладных геологических и геофизических задач

**Задачи** – приобретение знаний о научных основах и фундаментальных положениях геохимии, общей распространенности химических элементов в природе, форм их миграции, условий и механизмов концентрации в геологических процессах, а также ознакомление с методами геохимических исследований.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, общепрофессиональный блок, дисциплины по выбору, курс – I, семестр – 2.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** освоение дисциплин «Общая геология», «Общая химия».

«Информатика», «Структурная геология и геокартирование», «Минералогия», «Петрология», «Методы геохимических исследований». «Генезис месторождений полезных ископаемых», учебных геологических практик по общей геологии и по полевым методам геологических исследований, учебной профильной практики по петрологии, учебной специальной практики по геохимическим методам поиска.

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Геология полезных ископаемых», «Петрография», «Геология и геохимия нефти и газа», «Гидрогеология и инженерная геология», «Экологическая геология».

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

Компетенции выпускников, формируемые при реализации дисциплины:

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:** основные типы ядерных реакций нуклеосинтеза и происхождение химических элементов, общие закономерности их «космической» распространенности, историю формирования и химический состав основных оболочек Земли, геохимическую классификацию элементов, особенности их поведения в эндогенных и экзогенных процессах, особенности и закономерности распределения химических элементов между главными типами магматических, метаморфических и осадочных горных пород.

**Уметь:** использовать полученные теоретические знания для решения геологических задач, в том числе для интерпретации результатов геофизических исследований.

**Владеть:** общей методологией геохимических исследований и подходами к отбору проб, составлению полевой документации, пробоподготовке, методам анализа и обработки геохимических данных, а также их геолого-геохимической интерпретации.

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

**5. Объем дисциплины** составляет 1 з.е., 36 академических часов, в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем - 26 академических часов (13 часов – лекции, 13 часов – семинары), самостоятельная работа обучающихся - 10 академических часов. Форма промежуточной аттестации – зачет.

**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 рассматриваются общая распространенность и миграция химических элементов в геосферах, геохимические классификации элементов, особенности геохимия геологических (эндогенных и экзогенных) процессов и отдельных элементов, а также прикладные направления геохимии и методы геохимических исследований. Приводятся краткие сведения о современных аналитических методах, аппаратуре и компьютерных технологиях обработки геохимических данных.

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. Общие вопросы геохимии	8	6	-	4	10	2 (подготовка контрольной работе)
Раздел 2. Геохимия геологических процессов	14	4	-	4	8	2 (подготовка контрольной работе)
Раздел 3. Геохимия элементов	6	2	-	2	4	3 (реферат)
Раздел 4. Методы геохимических исследований	6	1	-	3	4	1 (подготовка к контрольной работе)
Промежуточная аттестация ( <i>зачет</i> )	2					2
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>26</b>				<b>10</b>

## **Содержание разделов дисциплины:**

### **Раздел 1. Общие вопросы геохимии**

Определение, объект и предмет исследований геохимии. Основные этапы развития. Фундаментальные работы В.И.Вернадского, В.М.Гольдшмидта, Ф.У.Кларка, А.Е.Ферсмана. Методология современных геохимических исследований. Взаимоотношение геохимии с другими науками. Прикладные направления геохимии.

Распространенность элементов в природе (кларки). Космическая распространенность элементов, ее основные закономерности. Нуклеосинтез, основные типы ядерных реакций, возраст элементов. Изотопы химических элементов. Химический состав метеоритов. Формирование Земли в результате аккреции твердых фаз. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта, ее физико-химические и геохимические основы.

Строение и химический состав оболочек Земли. Строение и состав твердых оболочек Земли (ядро, мантия, земная 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. Распространенность элементов, методы оценки среднего химического состава земной коры. Современные представления о структуре земной коры и ее типах.

Химический состав атмосферы, происхождение ее компонентов и эволюция в истории Земли. Строение гидросферы, ее масса, роль океана. Основные компоненты химического состава природных вод. Биосфера, понятие о биогеохимических процессах. Состав и масса живого вещества, его основные функции.

Факторы и формы миграции. Закон рассеяния В.И.Вернадского. Геохимические барьеры. Понятие геохимического цикла, его структура.

### **Раздел 2. Геохимия геологических процессов**

Геохимия магматического процесса. Источники магм. Общие закономерности распределения элементов в магматических горных породах. Формирование первичных расплавов, развитие плавления и разделение остаточных твердых фаз и расплавов. Механизм кристаллизационной дифференциации. Процесс ликвации. Магматические формации и комплексы. Главные типы магматических горных пород и их химический состав. Магматические рудные месторождения.

Геохимия метаморфического процесса. Преобразование исходных горных пород в процессе метаморфизма. Зависимость минерального состава метаморфических пород от условий метаморфизма. Химический состав основных типов метаморфических горных пород.

Геохимия осадочного процесса Факторы экзогенных процессов. Почвообразование и его геохимическая роль. Гравитационные процессы и деятельность рек. Принципы поведения химических элементов в процессе выветривания. Факторы и механизмы дифференциации вещества в осадочном процессе. Геохимическая классификация осадочных образований В.М.Гольдшмидта. Относительная распространенность литологических типов осадочных пород и их состав. Осадочные месторождения полезных ископаемых.

Геохимия гидротермального процесса. Источники вещества, составы растворов, формы переноса элементов. Факторы отложения рудных компонентов. Зональность отложения элементов. Главные типы гидротермальных рудных месторождений.

### **Раздел 3. Геохимия элементов**

Основные химические свойства щелочных элементов (Li, Na, K, Rb, Cs). Главные собственные минералы, породообразующие минералы-носители. Распространенность в метеоритах, земной коре и главных типах пород. Поведение щелочных элементов в геохимических процессах, формы миграции и условия концентрирования.

Основные химические свойства щелочноземельных элементов (Mg, Ca, Sr, Ba). Главные собственные минералы, породообразующие минералы-носители. Распространенность в метеоритах, земной коре и главных типах пород. Поведение

щелочноземельных элементов в геохимических процессах, формы миграции и условия концентрирования.

Основные химические свойства элементов группы железа (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni). Главные собственные минералы, породообразующие минералы-носители. Распространенность в метеоритах, земной коре и главных типах пород. Поведение элементов группы железа в геохимических процессах, формы миграции и условия концентрирования.

Основные химические свойства тяжелых халькофильных элементов (Cu-Ag-Au, Zn-Cd-Hg). Главные собственные минералы, породообразующие минералы-носители. Распространенность в метеоритах, земной коре и главных типах пород. Поведение тяжелых халькофильных элементов в геохимических процессах, формы миграции и условия концентрирования.

#### **Раздел 4. Методы геохимических исследований**

Прикладная геохимия. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. Методы эколого-геохимических исследований и оценки загрязнения окружающей среды.

Полевые методы исследования. Отбор и первичная обработка геохимических проб. Подготовка проб к анализу. Дробление и истирание проб. Специальные методы пробоподготовки.

Методы анализа геохимических проб. Общие требования к анализу. Атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный, рентгенофлуоресцентный, масс-спектрометрический и другие методы анализа, определяемые элементы, точность (правильность и прецизионность) методов.

Методы обработки геохимических данных. Банки геолого-геохимических данных и технология формирования. Камеральная обработка аналитических данных и результатов полевых наблюдений. Статистические методы обработки. Пакеты прикладных программ для обработки геохимических данных. Составление геохимических карт и разрезов. Использование современных ГИС-технологий при геохимических исследованиях.

Современное состояние и основные направления развития фундаментальной геохимии и прикладных геохимических исследований в России и за рубежом.

#### **Рекомендуемые образовательные технологии:**

Занятия проводятся в интерактивной форме, с организацией дискуссий и использованием средств мультимедийного сопровождения учебного процесса.

В процессе преподавания дисциплины применяются информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции-визуализации, сопровождаемые демонстрацией иллюстративных и графических материалов; инновационные методы: консультирование студентов с использованием электронной почты; сдача рефератов в виде электронных презентаций.

### **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 по результатам устного опроса, контрольных работ (по 1, 2 и 4 разделам дисциплины), реферата (раздел 3).

*Перечень вопросов для проведения текущего контроля (контрольные работы):*

##### *Раздел 1. Общие вопросы геохимии*

1. Что является объектом исследований в геохимии?
2. Что такое распространенность химических элементов, от каких свойств атомов она зависит?
3. Что такое “кларк” и “кларк концентрации” химического элемента?

4. Назовите основные типы ядерных реакций, в результате которых образуются химические элементы.
5. Какая пара химических элементов обладает подавляющей распространенностью в фотосфере Солнца?
6. Назовите отличительные особенности составов метеоритов.
7. Какая пара химических элементов обладает наибольшей распространенностью в составе углистых хондритов?
8. Какие фазы образуются в результате космохимической эволюции протопланетного вещества?
9. Какой минерал сульфидной фазы протопланетного вещества и метеоритов является наиболее распространенным?
10. Что такое аккреция?
11. Чем заданы дифференциация строения Земли и наличие в ней металлического ядра и силикатной мантии?
12. Какие легкие химические элементы предположительно входят в состав ядра?
13. Каков состав мантии Земли?
14. Чем определяется повышенная плотность вещества нижней мантии?
15. Каков механизм формирования пород земной коры?
16. Чему отвечает средний химический состав земной коры?
17. Назовите основные отличия в строении континентальной и океанической земной коры?
18. Распространенность каких химических элементов в океанической коре выше, чем в континентальной?
19. На какой стадии и в результате каких процессов сформировались гидросфера и атмосфера Земли?
20. Чем объясняется ничтожная распространенность на Земле благородных газов?
21. Какие химические элементы относятся к сидерофильным?
22. Какие химические элементы относятся к литофильным?
23. Какие химические элементы относятся к халькофильным?
24. Что относится к внутренним и внешним факторам миграции химических элементов?
25. Назовите основные формы нахождения химических элементов в геосферах.
26. Охарактеризуйте состав атмосферы.
27. Какие химические элементы относятся к атмофильным?
28. Охарактеризуйте строение гидросферы.
29. Назовите основные компоненты химического состава природных вод.
30. Назовите главный фактор, ограничивающий разнообразие составов природных вод.
31. Перечислите основные факторы формирования химического состава вод суши.
32. Что такое биосфера, какие химические элементы относятся к группе биофильных?
33. Назовите основные геохимические функции живого вещества.
34. Что такое коэффициент водной миграции, какова его размерность?
35. Что такое геохимический барьер?
36. Назовите основные типы физико-химических барьеров
37. Какие химические элементы подвижны как в окислительной, так и в восстановительной обстановке в кислых и щелочных водах?
38. Какие химические элементы аккумулируются на восстановительном барьере?
39. Какие химические элементы подвижны в кислых водах в окислительной обстановке и слабо подвижны в восстановительной обстановке?
40. Какие химические элементы аккумулируются на кислородном барьере?

#### *Раздел 2. Геохимия геологических процессов*

41. Что вносит основной вклад в перераспределение химических элементов в магматическом процессе?



42. При каких температурах и давлениях начинается выплавление из безводного базальта магм мантийного происхождения?
43. Каким температурам и давлениям соответствует точка солидуса водонасыщенных основных и кислых магматических пород?
44. Каковы общие закономерности распространенности элементов в магматических горных породах?
45. Какие корреляционные зависимости существуют между сидерофильными элементами и кремнеземом?
46. Существует ли в магматических горных породах корреляция между содержаниями главных и халькофильных элементов?
47. Назовите основные источники вещества при гидротермальном рудообразовании
48. Каковы основные формы переноса элементов в гидротермальных растворах?
49. Перечислите основные факторы отложения рудных компонентов
50. Что является основным результатом метаморфизма?
51. По отношению к каким группам химических элементов метаморфическую систему можно рассматривать как «закрытую», а по отношению к каким – как «открытую»?
52. Превышает ли масса метаморфических пород массу осадочных пород?
53. Какие типы геологических процессов, протекающих на поверхности Земли, вносят основной вклад в транспорт вещества и его геохимическую дифференциацию?
54. Осуществляется ли значительный материальный обмен в бассейнах седиментации между континентальным и океаническим блоками земной коры?
55. Какой из химических элементов характеризуется резко избыточным по отношению к питающим провинциям содержанием в осадочных породах океанов и континентов?
56. Перечислите основные типы химических реакций на границе река-море при поступлении материала в бассейны седиментации
57. Назовите основные типы химических реакций при выветривании горных пород
58. Какие минералы образуются при окислении пирита?

#### *Раздел 4. Методы геохимических исследований*

59. Назовите основные направления прикладной геохимии и методы решения прикладных геохимических задач.
60. Назовите предмет и объекты исследования геохимических методов поисков.
61. Назовите предмет и объекты исследования экологической геохимии
62. Что такое «нормальное» и аномальное геохимическое поле?
63. Что такое геохимический фон, «явные» и «слабые» геохимические аномалии?
64. Что является основным методом исследований в экологической геохимии?
65. Назовите основные методы подготовки геохимических проб к анализу.
66. Перечислите основные методы анализа геохимических проб
67. Назовите общие требования к анализу геохимических проб.
68. Охарактеризуйте общую схему камеральной обработки данных.

#### *Рекомендуемые темы рефератов:*

1. Геохимия щелочных элементов (Li, Na, K, Rb, Cs; элементы – по выбору)
2. Геохимия щелочноземельных элементов (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra; элементы – по выбору)
3. Геохимия элементов группы железа (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni; элементы – по выбору)
4. Геохимия халькофильных элементов (Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg и др.; элементы – по выбору)

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

### *Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:*

1. Объект и предмет исследований геохимии; основные этапы ее развития.
2. Космическая распространенность элементов, ее основные закономерности.

3. Метеориты. Химический состав и классификации.
4. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта, ее физико-химические и геохимические основы.
5. Строение и состав твердых оболочек Земли и методы их оценки.
6. Земная кора как продукт дифференциации мантии; распространенность элементов, методы оценки среднего химического состава земной коры.
7. Химический состав атмосферы, происхождение ее компонентов и эволюция в истории Земли.
8. Строение гидросферы; основные компоненты химического состава природных вод.
9. Биосфера, понятие о биогеохимических процессах; состав и масса живого вещества, его основные функции.
10. Геохимические барьеры; определение, основные типы.
11. Общие закономерности распределения элементов в магматических горных породах; главные типы магматических горных пород и их химический состав. Магматические рудные месторождения.
12. Преобразование горных пород в процессе метаморфизма; химический состав основных типов метаморфических горных пород.
13. Факторы и механизмы дифференциации вещества в осадочном процессе; классификация осадочных образований В.М.Гольдшмидта. Осадочные месторождения полезных ископаемых.
14. Источники вещества, составы растворов, формы переноса элементов в гидротермальных процессах. Главные типы гидротермальных рудных месторождений.
15. Геохимические свойства щелочных элементов (Li, Na, K, Rb, Cs).
16. Геохимические свойства щелочноземельных элементов (Mg, Ca, Sr, Ba).
17. Главные собственные минералы, породообразующие минералы-носители.
18. Геохимические свойства элементов группы железа (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni).
19. Геохимические свойства тяжелых халькофильных элементов (Cu-Ag-Au, Zn-Cd-Hg).
20. Основные направления прикладной геохимии; объекты, предмет и методы исследований.
21. Полевые геохимические методы исследования, отбор и первичная обработка геохимических проб, подготовка проб к анализу.
22. Общие требования к анализу геохимических проб. Методы рутинного анализа; прецизионные методы лабораторных исследований.
23. Обработка геохимических данных, состав и содержание работ. Использование современных ГИС-технологий при геохимических исследованиях.

## **8. Ресурсное обеспечение:**

### **А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

#### **- основная литература:**

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

#### **- дополнительная литература:**

*Козлов Н.Е., Предовский А.А. Введение в геохимию: Учеб. пособие Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005*

*Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М., Наука, 1990*

*Чертко Н.К. Геохимия. Учеб. пособие Изд-во «ТЕТРА СИСТЕМС». 2007.*

*Ярошевский А.А. Проблемы современной геохимии: Новосибирск, НГУ, 2004*

### **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)**

Научная библиотека МГУ им .М.В.Ломоносова: <http://nbmgu.ru/>

Научная электронная Библиотека: <http://www.e-library.ru>

Научная электронная библиотека: <https://cyberleninka.ru/>

**Д) Материально-технического обеспечение:**

- помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 40 учащихся;
- оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель (преподаватели)** – Николаев Ю.Н.

**11. Автор (авторы) программы** – Николаев Ю.Н.