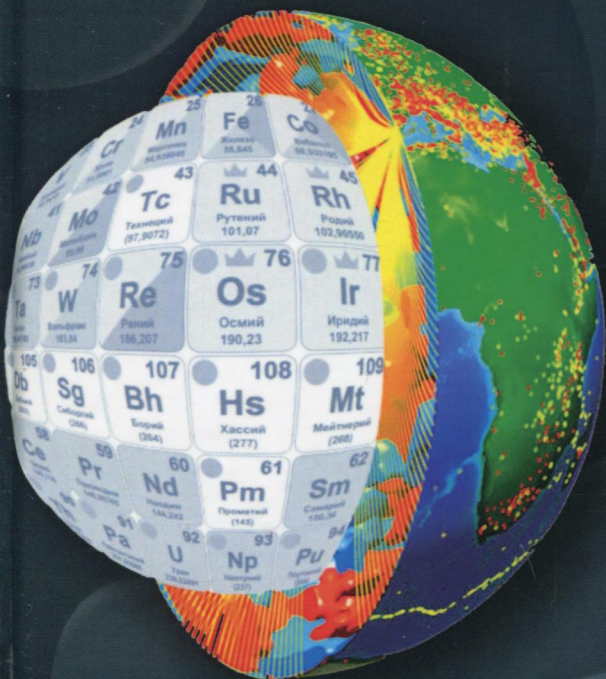


ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ

2-е издание



«Инфра-Инженерия»

ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Второе издание, переработанное и дополненное

АС

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 550.4(075.8)
ББК 26.30я73
О-28

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник ИГМ СО РАН *О. М. Туркина*;
доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник ИГХ СО РАН *В. С. Антипин*;
доктор геолого-минералогических наук, профессор ИГУ *А. Т. Корольков*

Авторы:

*Д. А. Яковлев, Т. А. Радомская, А. А. Воронцов,
А. М. Федоров, А. Е. Будяк*

О-28 Общая геохимия : учебное пособие / [Д. А. Яковлев и др.]. –
2-е изд., перераб. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. –
304 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0775-5

Приведены сведения по геохимии как самостоятельному направлению геологии. Дано краткое описание современных методов изучения состава горных пород и радиоизотопной геохронологии. Рассмотрены вопросы геохимической классификации, миграции химических элементов, факторы и формы их рассеяния и концентрирования. Изложены современные актуальные представления по геохимии оболочек Земли и геологических процессов. Освещены вопросы геохимии ноосферы и техногенеза, практического применения геохимии.

Для преподавателей, аспирантов, студентов геохимической и геологической специализации, а также для широкого круга читателей-специалистов, изучающих проблемы общей геохимии.

УДК 550.4(075.8)
ББК 26.30я73

ISBN 978-5-9729-0775-5

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. ГЕОХИМИЯ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ НАУКА	10
1.1. Определение и история возникновения геохимии	10
1.2. Разделы и методология геохимии	15
1.3. Методы изучения вещества в геохимии	17
1.4. Основные метрологические параметры	22
1.5. Практическое применение геохимии	23
1.6. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых	24
Глава 2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ	27
2.1. Строение атомов. Характеристики атомов и ионов, определяющие свойства их соединений	27
2.2. Классификация В. М. Гольдшмидта	36
2.3. Элементы петрогенные, редкие, рассеянные, когерентные, некогерентные, HSFЕ, LILE, REE+Y	39
Глава 3. ИЗОМОРФИЗМ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	42
3.1. Определение и типы изоморфизма. Эмпирические правила изоморфизма В. М. Гольдшмидта	42
3.2. Изоморфные ряды элементов. Влияние температуры и давления на изоморфизм	45
Глава 4. МИГРАЦИЯ И ФОРМЫ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	48
4.1. Миграция элементов, факторы миграции, геохимические барьеры .	48
4.2. Формы рассеяния элементов. Закон Вернадского. Геохимические аномалии	53
4.3. Факторы концентрации элементов. Первичные и вторичные ореолы и потоки рассеяния месторождений полезных ископаемых	54
4.4. Геохимические индикаторы. Ассоциации элементов индикаторов. Поисковые критерии и признаки	57
4.5. Региональная геохимия и геохимические эпохи	58
4.6. Ландшафтно-геохимические исследования при проведении поисков геохимическими методами	59
Глава 5. СОСТАВ ПЛАНЕТ, МЕТЕОРИТОВ И КОСМИЧЕСКАЯ РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	62
5.1. Планеты Солнечной системы: состав, модели образования	62

5.2. Классификация и состав метеоритов	71
5.3. Космическая распространенность элементов, нуклеосинтез	73
Глава 6. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ	76
6.1. Радиоактивность и ее виды, закон и уравнение радиоактивного распада	76
6.2. Диаграмма нуклидов	78
6.3. Rb-Sr, K-Ar, ⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar, U-Th-Pb методы определения возраста геологических объектов	80
6.4. Стабильные изотопы H, O, S, C	89
Глава 7. ГЕОХИМИЯ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ	95
7.1. Ядро, мантия и земная кора	95
7.1.1. Внутреннее строение Земли	95
7.1.2. Строение и состав ядра	99
7.1.3. Строение мантии	113
7.1.4. Минералогия, петрология и модельный состав мантии	117
7.1.5. Базальты как источник информации о составе мантии	130
7.1.6. Мантийные источники магм	135
7.1.7. Дифференциация, неоднородность и конвекция вещества в мантии. Гравитационные аномалии	138
7.1.8. Плавление мантии	145
7.1.9. Строение, состав и зональность земной коры	149
7.1.10. Граниты: состав, петрогенетические группы, классификации	154
7.2. Атмосфера и гидросфера Земли	158
7.2.1. Строение и химический состав атмосферы	158
7.2.2. Гидросфера Земли	161
7.2.3. Состав океанических вод. Гальмиролиз	163
7.2.4. Материковые воды	164
7.2.5. О происхождении атмосферы и гидросферы	165
7.3. Биосфера	167
7.3.1. Границы и структура биосферы, живое и косное вещество. Типы, состав и количество живого вещества	167
7.3.2. Геохимические функции живого вещества. Особенности биогеохимических циклов углерода, кислорода и азота. Дефицитные и избыточные элементы	172
Глава 8. ГЕОХИМИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	176
8.1. Магматизм	176
8.1.1. Общие сведения о магматизме и классификация магматических пород	176

8.1.2. Факторы, определяющие механизмы формирования и эволюции магм полного спектра по кремнекислотности ...	180
8.1.3. Магматические серии различных геодинамических обстановок	183
8.1.4. Внутриплитовый магматизм, плюмы и состав мантийных источников	184
8.1.5. Субдукционный островодужный магматизм как механизм образования континентальной коры	188
8.1.6. Эволюция магматизма Центральной Азии: к проблеме связи геохимических и изотопных характеристик магматических пород с геодинамическими обстановками	191
8.1.7. Связь геохимии магматических процессов, эндогенной металлогении и геодинамики	198
8.2. Метаморфизм и метасоматоз	206
8.2.1. Общие сведения о метаморфизме и метасоматозе	206
8.2.2. Физико-химические факторы метаморфизма	209
8.2.3. Фации метаморфических пород	212
8.2.4. Формы миграции элементов при метаморфизме	215
8.2.5. Классы метаморфических пород и типы метаморфизма	216
8.2.6. Поведение элементов при метаморфизме	218
8.2.7. Использование геохимических данных для реконструкции состава протолита и условий формирования метаморфических пород	224
8.2.8. Метасоматическая зональность. Подвижность компонентов при метасоматозе	231
8.3. Осадкообразование	240
8.3.1. Общая характеристика осадочного процесса	240
8.3.2. Химический состав осадочных пород	245
8.3.3. Классификация продуктов седиментации и их геохимические особенности	251
8.3.4. Углеродистая черносланцевая формация	263
Глава 9. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА	274
9.1. Техногенез и ноосфера	274
9.2. Технофильность элементов, техногенные геохимические аномалии	276
9.3. Свинец, ртуть, кадмий, цинк, медь: воздействие на живые организмы и источники поступления в окружающую среду	278
Заключение	281
Вопросы для самостоятельной работы	283
Рекомендуемая литература	286
Список использованной литературы	288