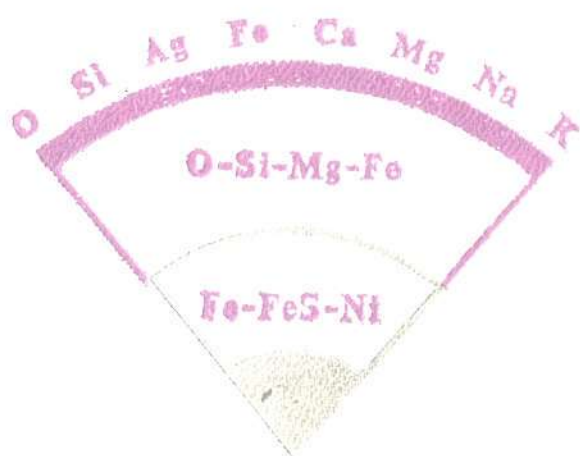


1006.074

Г.В.ВОЙТКЕВИЧ, В.В.ЗАКРУТКИН

# ОСНОВЫ ГЕОХИМИИ



Г. В. ВОЙТКЕВИЧ, В. В. ЗАКРУТКИН

# ОСНОВЫ ГЕОХИМИИ

Допущено Министерством  
высшего и среднего  
специального образования СССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов  
геологических специальностей вузов



МОСКВА, «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 1976

- Войткевич Г. В., Закруткин В. В.**  
**В71** Основы геохимии. Учеб. пособие для студентов геологических специальностей вузов. М., «Высш. школа», 1976.  
368 с. с ил. и табл.

В книге освещены основные проблемы геохимии, взаимоотношение ее с другими науками, история геохимии, приведены основные сведения о строении вещества, необходимые для понимания геохимических процессов. Много внимания уделено проблеме распространения химических элементов в различных природных системах, закономерностям изотопных соотношений. Строение, состав и основные физические свойства Земли изложены с учетом последних достижений геофизики и космохимии. Описаны формы нахождения химических элементов в природе, химия верхних оболочек Земли, роль живого вещества в геохимических процессах биосферы Земли, основные особенности геохимических процессов, проблема происхождения и химической эволюции Земли, вопросы формирования океана и атмосферы, основные геохимические особенности наиболее распространенных элементов земной коры.

В  $\frac{20805-114}{001(01)-76}$  91-76

552

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время в связи с возросшим значением геохимии во многих направлениях исследований земной коры и ее минеральных богатств потребность в учебном руководстве по этой науке очень большая. Предлагаемое учебное пособие по общей геохимии написано в соответствии с программой для геологических специальностей университетов. Однако трактовка отдельных вопросов геохимии выходит за пределы утвержденных программ в связи с накоплением новых данных геохимических исследований, а также в связи с исследованиями космических тел автоматическими аппаратами, обнаружившими вполне естественную и глубокую связь проблем геохимии и космохимии.

В книге изложена новая оригинальная трактовка проблемы происхождения Земли в свете современных данных космохимии и геохимии, освещены главнейшие проблемы геохимии, выдвигаемые современным ходом развития наук о Земле. Основная часть книги написана проф. Г. В. Войткевичем. Раздел о формах нахождения элементов и изоморфизме в главе V и глава XI — геохимические процессы при метаморфизме — написаны доц. В. В. Закруткиным.

Авторы надеются, что предлагаемая книга может облегчить усвоение основ геохимии не только геологам, но также и студентам других специальностей, которые прямо или косвенно в своей производственной и научной деятельности сталкиваются с великим круговоротом химических элементов в природе.

В процессе работы над книгой были получены ценные советы и критические замечания от рецензента — кафедры минералогии и геохимии Киевского ордена Ленина государственного университета. Нам весьма приятно выразить глубокую признательность сотрудникам этой кафедры — профессору Т. Н. Агафоновой, доцентам В. Т. Латышу и В. И. Цыбульскому.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	4
Глава I. Предмет и задачи геохимии . . . . .	4
Содержание геохимии . . . . .	4
Очерк истории геохимии . . . . .	9
Литература . . . . .	19

## Часть I

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕМЛИ И КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ

Глава II. Элементы и изотопы в геохимии . . . . .	20
Основные черты строения атомов . . . . .	20
Геохимическая классификация элементов . . . . .	28
Химическая связь и строение кристаллов . . . . .	34
Изотопы и их распространение . . . . .	46
Основные свойства атомных ядер и радиоактивность . . . . .	51
Изменение изотопных отношений в природе . . . . .	58
Литература . . . . .	64
Глава III. Распространенность химических элементов и их изотопов в природе . . . . .	64
Вводные замечания . . . . .	64
Метеориты . . . . .	65
Строение и химический состав планет . . . . .	78
Природа и состав Солнца . . . . .	85
Звезды и газовые туманности . . . . .	92
Космические лучи . . . . .	95
Закономерности космического распространения элементов . . . . .	97
Пути образования химических элементов . . . . .	102
Литература . . . . .	107
Глава IV. Строение и состав Земли . . . . .	108
Геофизические данные . . . . .	108
Модели состава Земли . . . . .	109
Строение и состав Земли по современным данным . . . . .	111
Возраст Земли и геологическая хронология . . . . .	121
Радиоактивность Земли и радиогенное тепло . . . . .	126
Литература . . . . .	131

## Часть II

### ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОСФЕР

Глава V. Литосфера . . . . .	133
Основные черты строения земной коры . . . . .	133
Химический состав земной коры . . . . .	135
Формы нахождения химических элементов и изоморфизм . . . . .	140
Минералы в земной коре . . . . .	154
Литература . . . . .	159
Глава VI. Гидросфера . . . . .	160
Распространение воды на Земле и ее свойства . . . . .	160
Морская вода и ее состав . . . . .	164
Материковые воды . . . . .	174
Круговорот воды на Земле и его геохимическое значение . . . . .	177
Литература . . . . .	180
Глава VII. Атмосфера . . . . .	180
Строение и свойства атмосферы Земли . . . . .	180
Химический состав атмосферы . . . . .	184
Химический состав атмосферных осадков . . . . .	188
Природные газы земных недр . . . . .	191
Литература . . . . .	197

	<i>Стр.</i>
<b>Глава VIII. Живое вещество в биосфере Земли</b> . . . . .	197
Жизнь в пространстве и времени . . . . .	197
Химический состав организмов . . . . .	202
Фотосинтез и геохимический баланс углерода . . . . .	205
Размножение организмов как геохимический процесс . . . . .	211
Концентрация химических элементов организмами . . . . .	214
Литература . . . . .	216

### Часть III

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

<b>Глава IX. Гипогенные процессы</b> . . . . .	217
Геохимический круговорот элементов . . . . .	217
Термодинамическая направленность геохимических процессов . . . . .	219
Геохимия магматических процессов . . . . .	222
Гидротермальные процессы . . . . .	229
Литература . . . . .	235
<b>Глава X. Гипергенные процессы</b> . . . . .	235
Общая характеристика гипергенных процессов и их классификация . . . . .	235
Геохимия процессов выветривания . . . . .	238
Перенос вещества водными растворами . . . . .	251
Процессы образования осадочных пород и их изменения . . . . .	254
Основные черты геохимии океанического осадкообразования . . . . .	266
Основные черты процессов галогенеза . . . . .	270
Формирование органических веществ и осадков . . . . .	273
Литература . . . . .	276
<b>Глава XI. Геохимические процессы при метаморфизме</b> . . . . .	276
Метаморфизм горных пород . . . . .	276
Миграция химических элементов при метаморфизме . . . . .	280
Метаморфизм минералов . . . . .	282
О роли метаморфизма в дифференциации вещества земной коры . . . . .	286
Литература . . . . .	289
<b>Глава XII. Химическая эволюция Земли</b> . . . . .	290
Вводные замечания . . . . .	291
Формирование химического состава Земли . . . . .	292
Образование основных глубинных оболочек Земли . . . . .	299
Возникновение жизни и химическая эволюция верхних оболочек Земли . . . . .	303
Литература . . . . .	309
<b>Глава XIII. Геохимия отдельных элементов</b> . . . . .	310
Кремний . . . . .	310
Алюминий . . . . .	316
Железо . . . . .	322
Магний . . . . .	331
Кальций . . . . .	336
Калий . . . . .	342
Кислород . . . . .	345
Натрий . . . . .	350
Предметный указатель . . . . .	355
Именной указатель . . . . .	362