



Общая геохимия

проф. Сергей Геннадьевич Скублов

Лекция 1

Введение. История геохимии.

Курс геохимии СОСТОИТ ИЗ:

1. Лекций (файлы будут розданы, но лекции рекомендуется посещать: около 5 тестовых вопросов каждую лекцию, всего 100)
2. Семинаров (лабораторных работ) – методичка есть в электронном виде:
 - 2.1. Распространенность х/э
 - 2.2. Графическое представление геохимических данных – 2 работы
 - 2.3. Изотопная геохимия (геохронология)
 - 2.4. Прикладная геохимия
 - 2.5. Реферат (текст+презентация к декабрю)

Реферат на тему: «Геохимия элемента»

1. История открытия и область применения.
2. Основные физические характеристики и химические свойства.
3. Распространенность элемента, основные минералы – носители элемента.
4. Поведение в геологических процессах.
5. Основные типы месторождений.

Источники информации для реферата:

1. Интернет

2. Солодов Н.А., Семенов Е.И., Бурков В.В. Геологический справочник по тяжелым литофильным редким металлам. М.: Недра, 1987. 438 с.
3. Авдонин В.В. и др. Месторождения металлических полезных ископаемых. М.: Академический проект, Трикста, 2005. 720 с.
4. Гавриленко В.В., Сахоненок В.В. Основы геохимии редких литофильных металлов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. 172 с.
5. Лазаренков В.Г., Марченко А.Г., Таловина И.В. Геохимия платиновых элементов. СПб.: СПГГИ, 1996. 93 с.
6. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн. М.: Недра, 1994-1997 гг.
7. Макрыгина В.А. Геохимия отдельных элементов. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. 195 с.

Учебники:

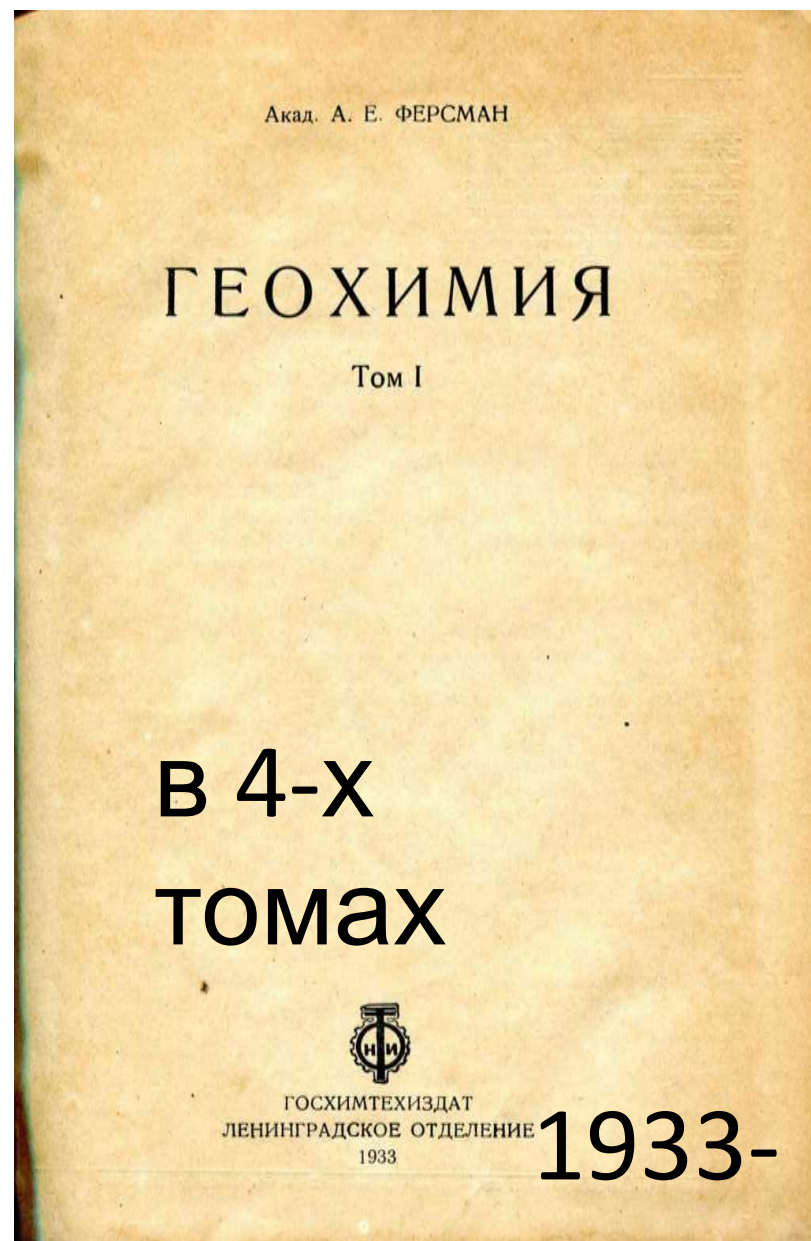
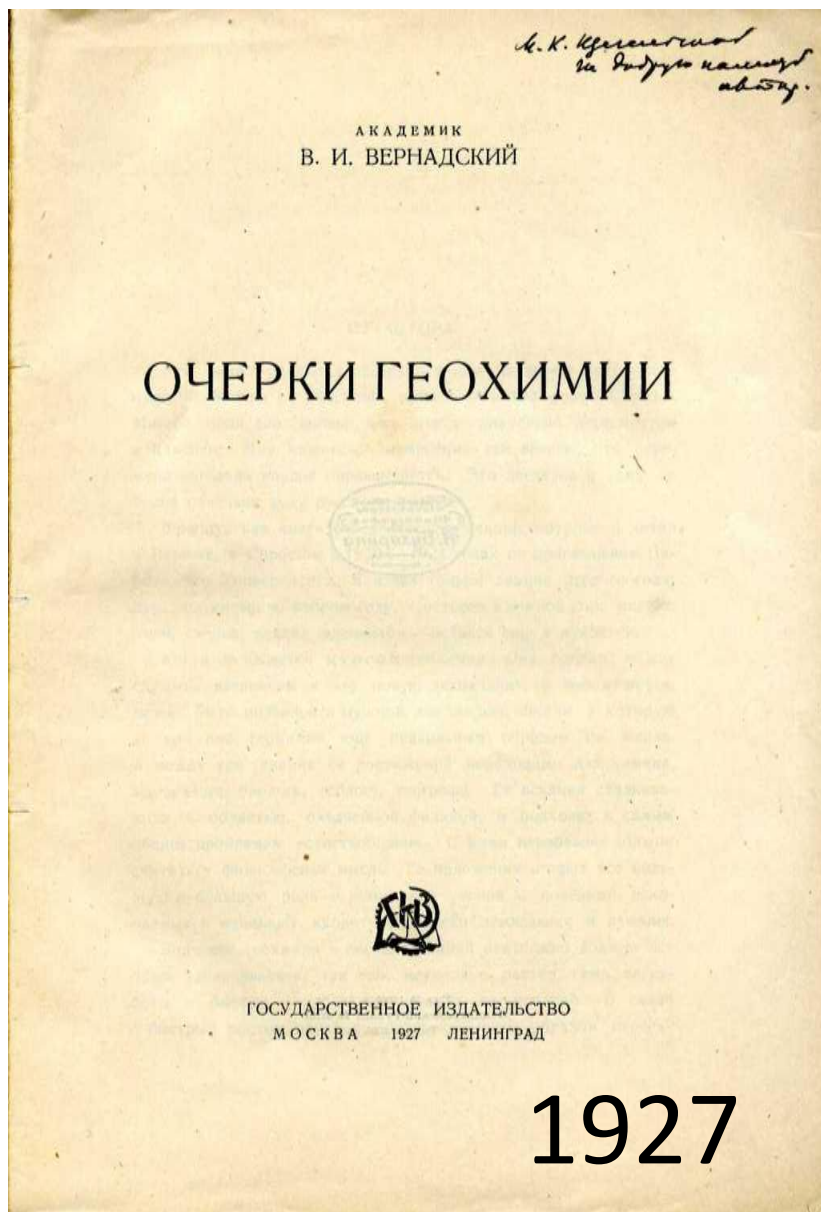
1. **Перельман А.И.** Геохимия. М.: Высшая школа, 1979, 1988, 2015.
2. **Барабанов В.Ф.** Геохимия. Л.: Недра, 1985. 423 с.

Учебные пособия (есть в оцифрованном виде):

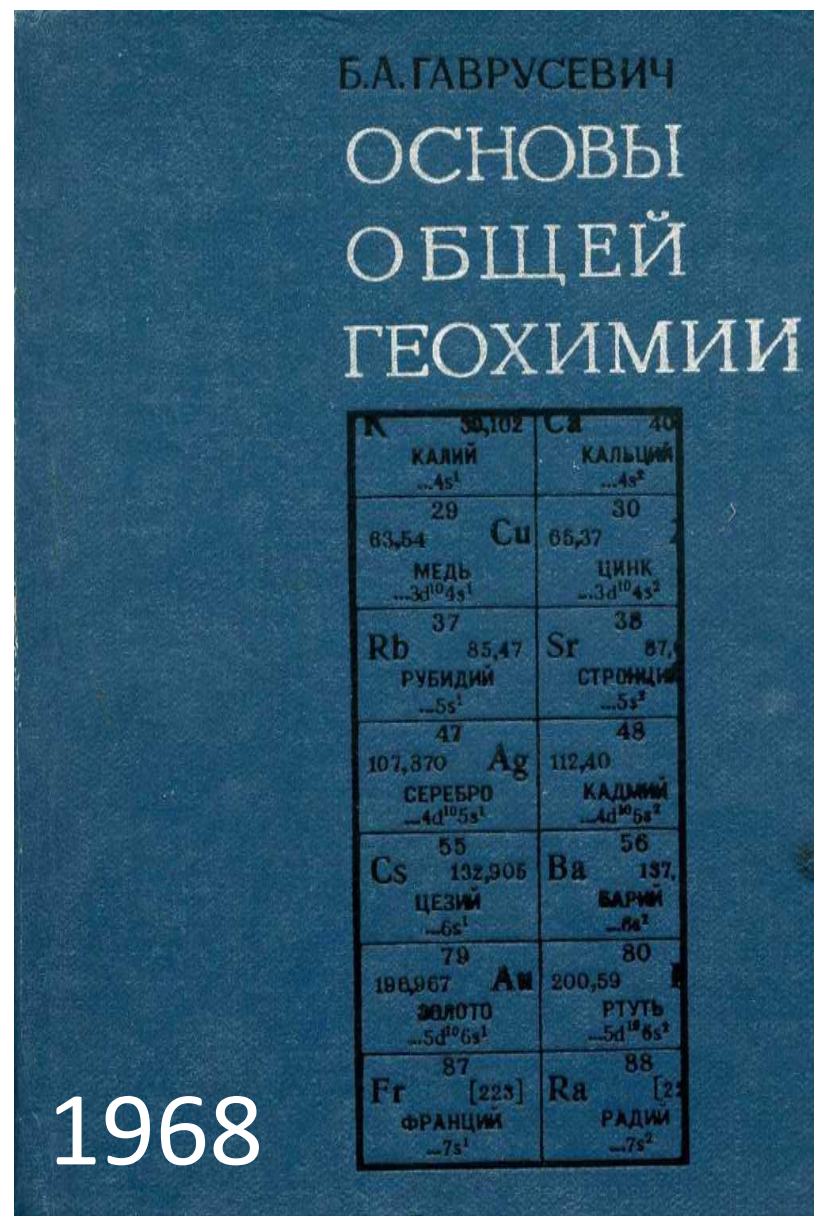
3. **Интерпретация геохимических данных** / Скляр Е.В. и др. М.: Инт. Инж., 2001. 288 с.
4. **Справочник по геохимии** / Г.В. Войткевич и др. М.: Недра, 1990. 480 с.

Учебники по конкретным разделам (изотопная геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, экологическая геохимия и др.)

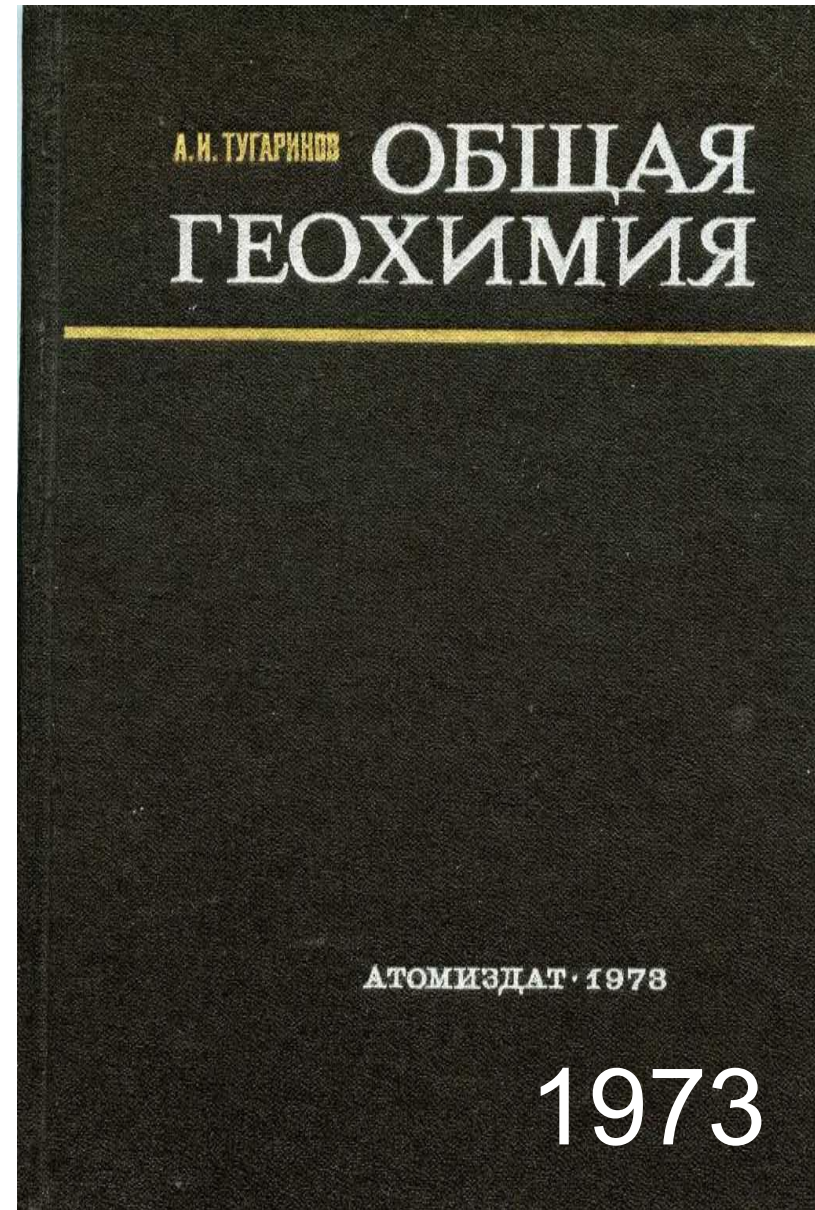
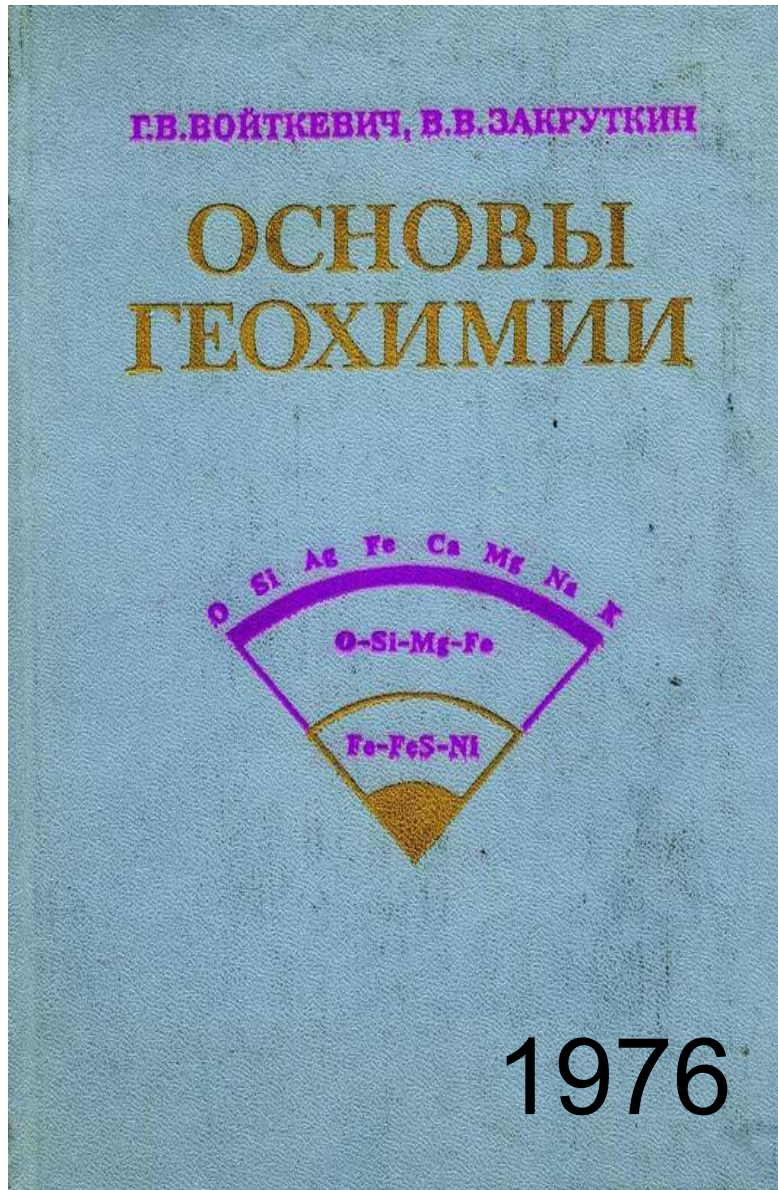
Первые учебники:



Учебники, изданные в СССР (60-70 гг.):



Щербина В.В. Основы геохимии.1972.



А. И. ПЕРЕЛЬМАН

ГЕО- ХИ- МИЯ

1979
1988
2015



МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»
1979

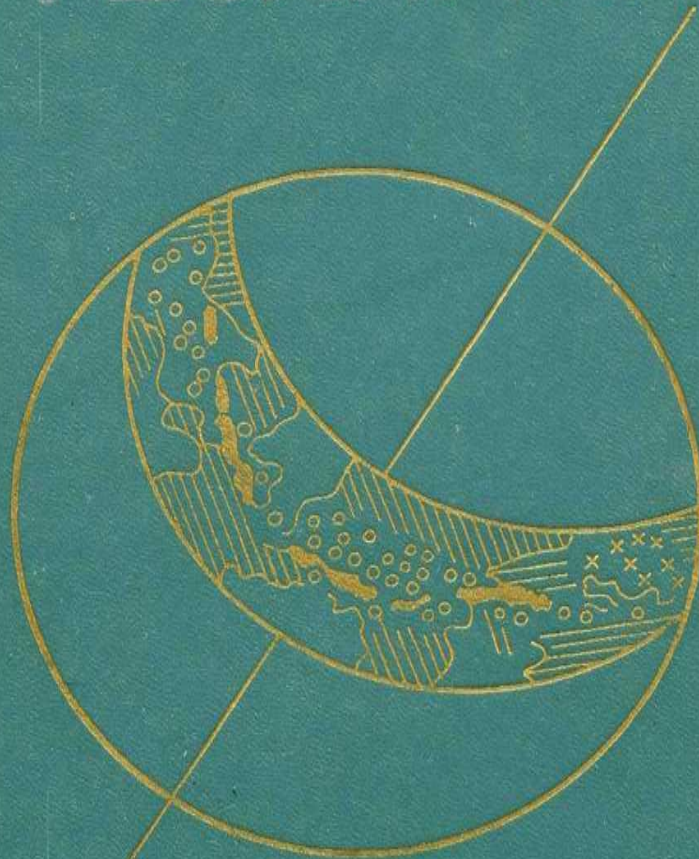
26.301.973

~~552~~

Б24

В. Ф. БАРАБАНОВ

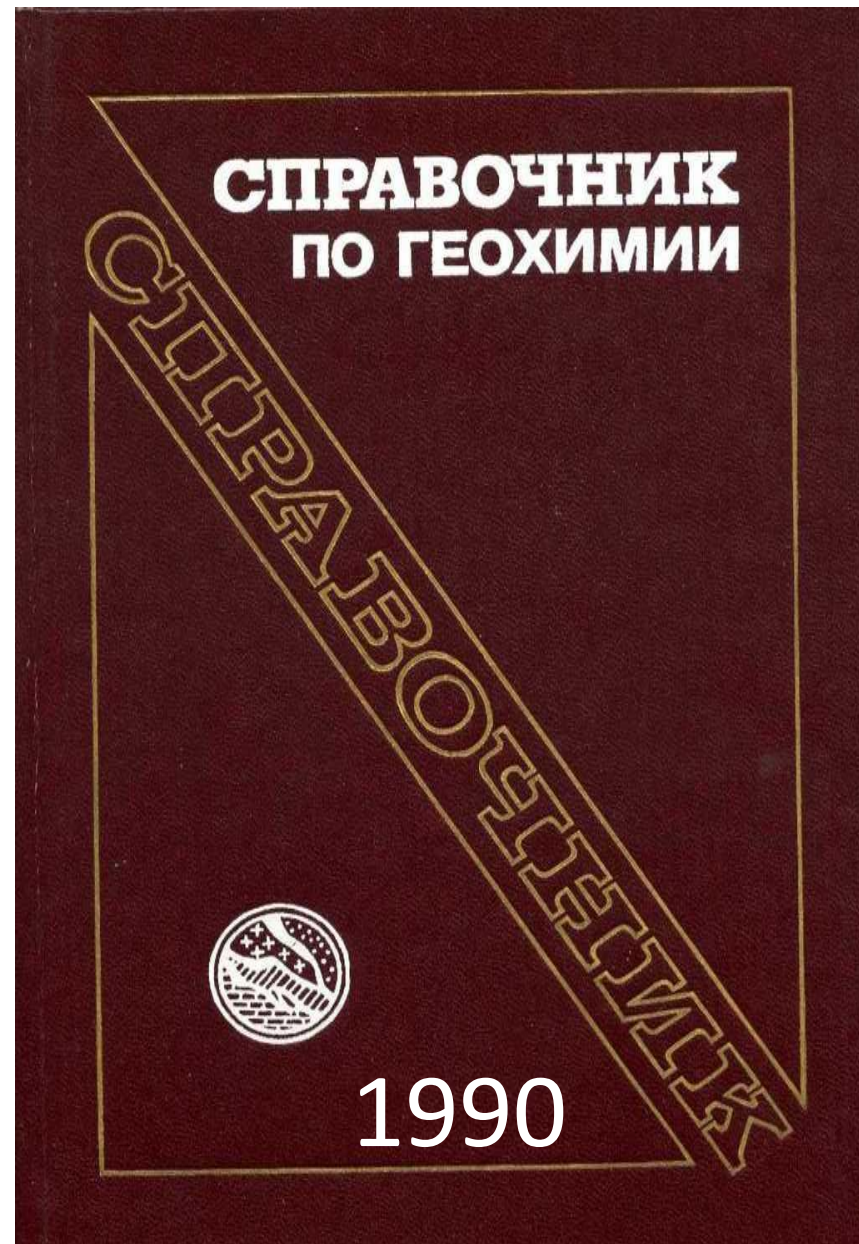
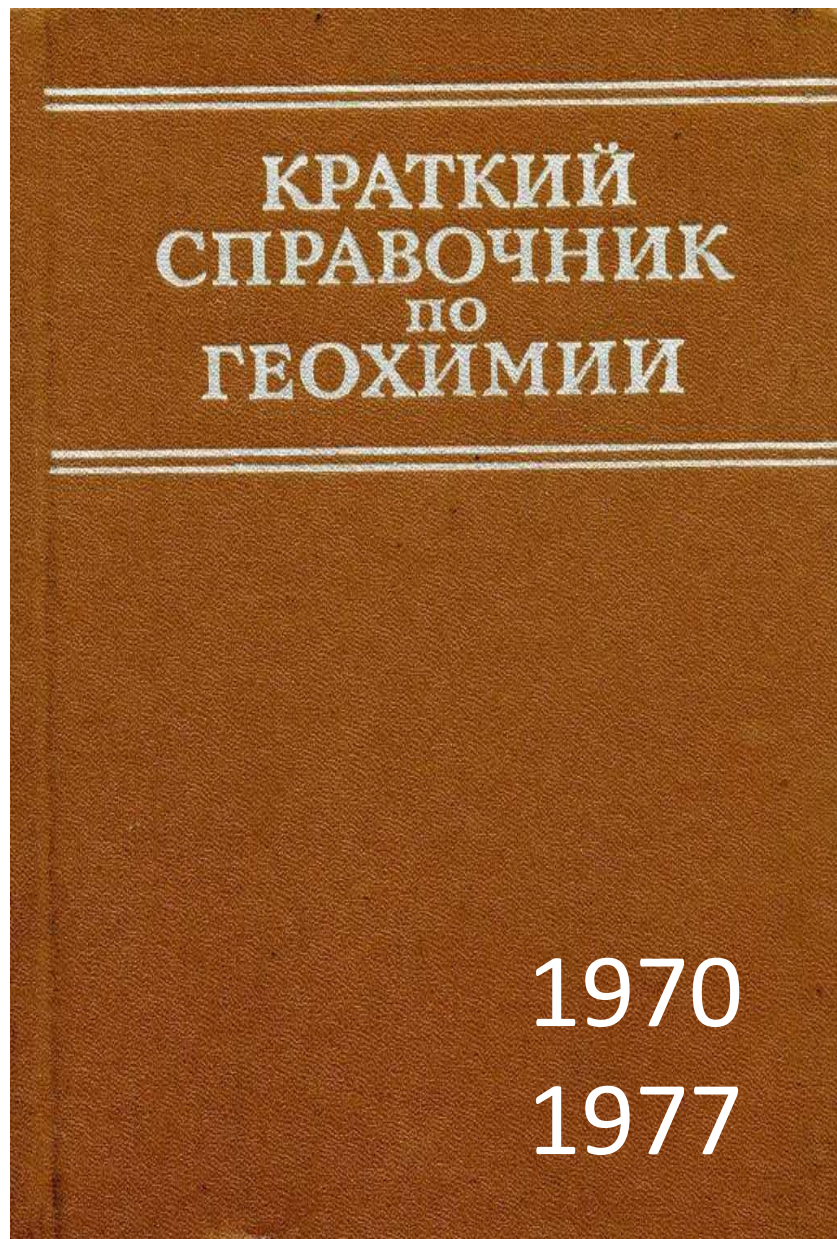
ГЕОХИМИЯ



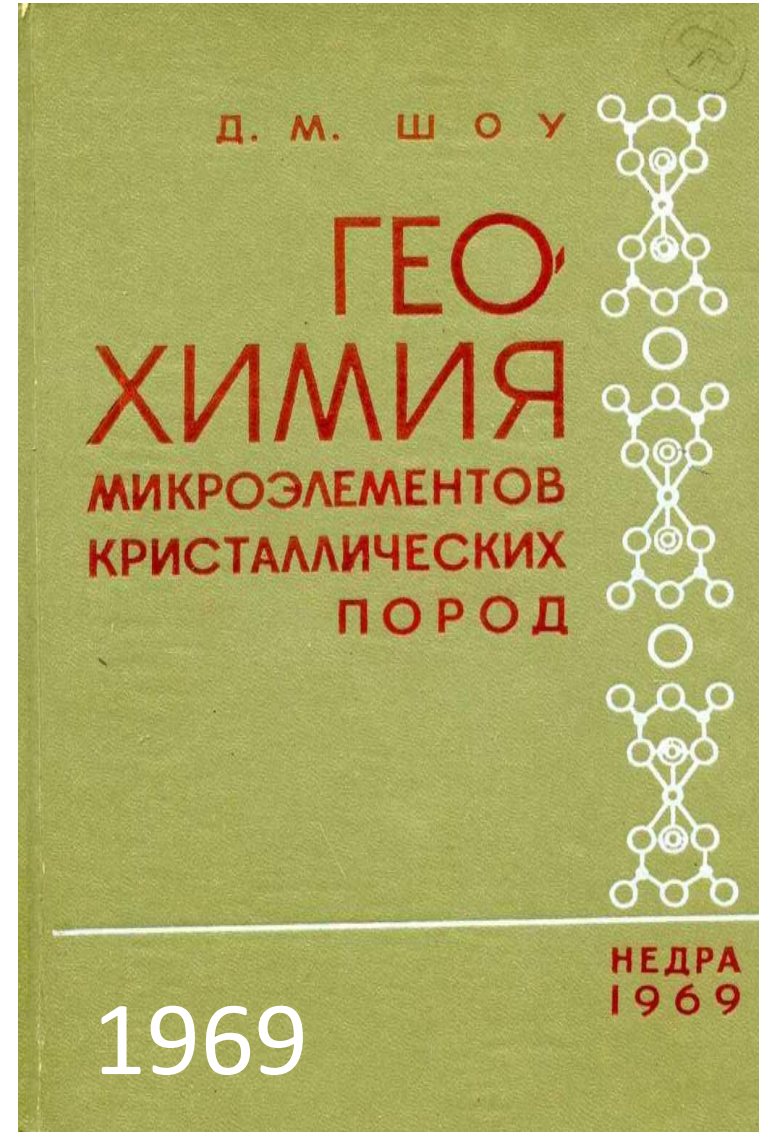
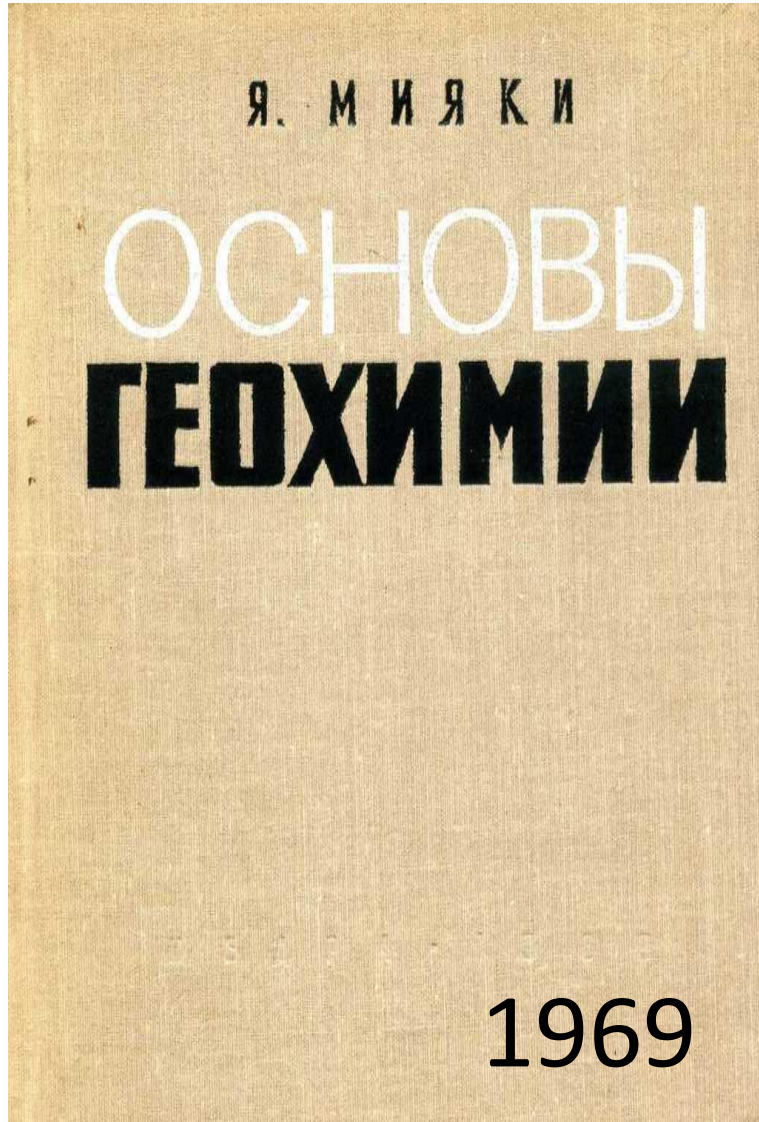
1985

НЕДРА

Справочник по геохимии



Зарубежные учебники, переведенные в СССР (достаточно оперативно):



Б. МЕЙСОН

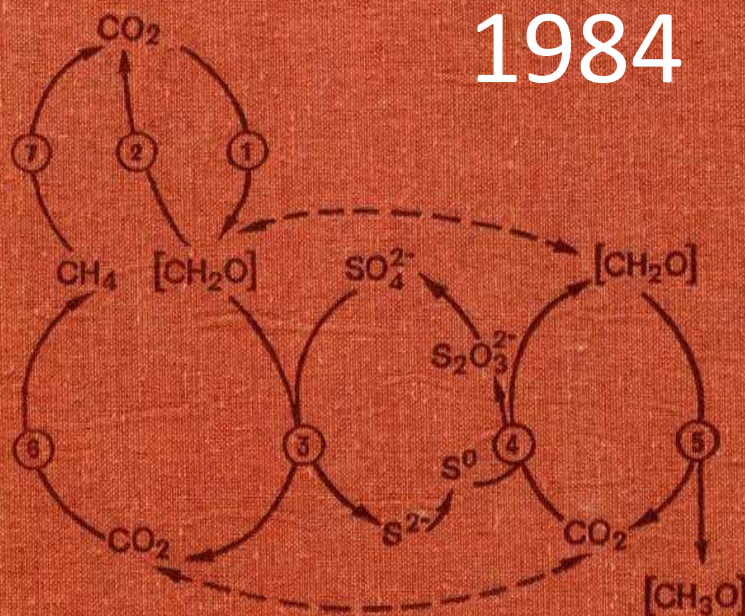
ОСНОВЫ ГЕОХИМИИ

1971

А. Х. Браунлоу

ГЕОХИМИЯ

1984

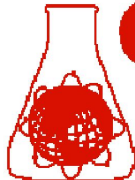


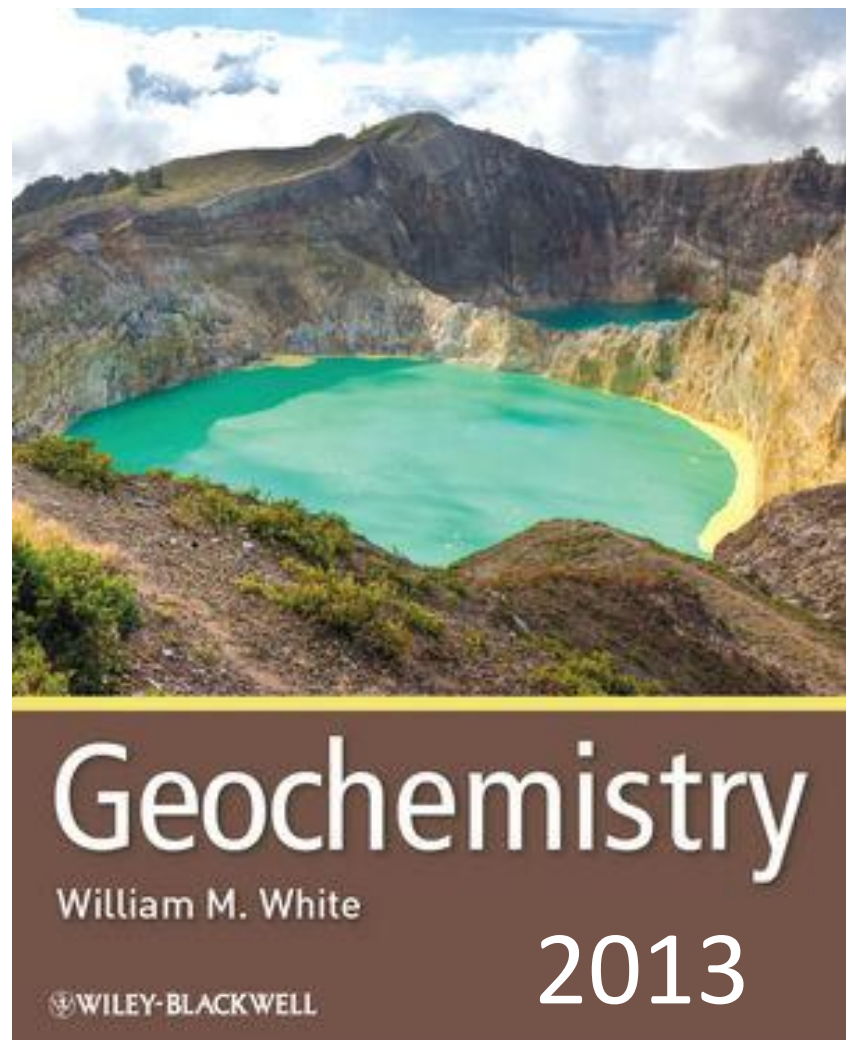
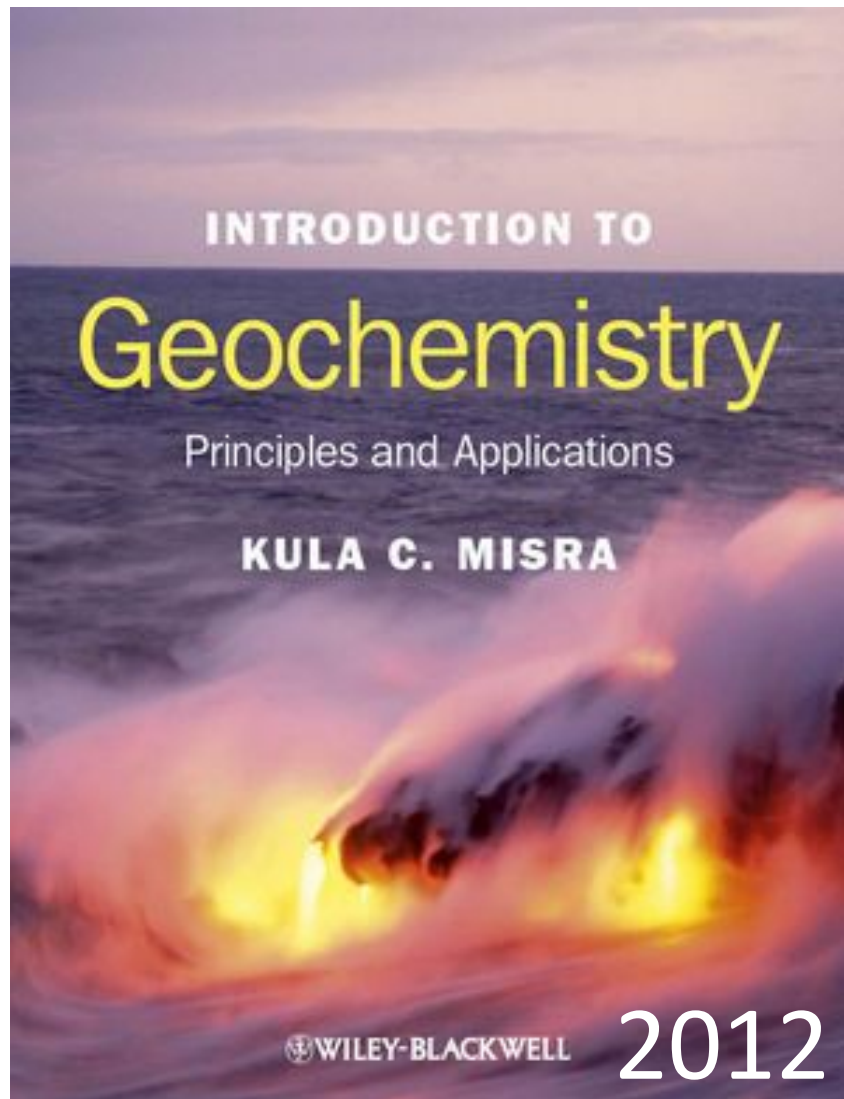
оригинал 1978,
1996

Скан (djvu) В Интернете



Современные зарубежные учебники, рекомендуемые (их)

 **GEOCHEMISTRY**
by **William M. White**
Cornell University
An On-Line Textbook, Eventually to be published by: **John-Hopkins University Press**



PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF

INORGANIC GEOCHEMISTRY



Gunter Faure

1991

PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF GEOCHEMISTRY

A Comprehensive Textbook for Geology Students

Second Edition

GUNTER FAURE 1998
THE OHIO STATE UNIVERSITY

THIRD EDITION

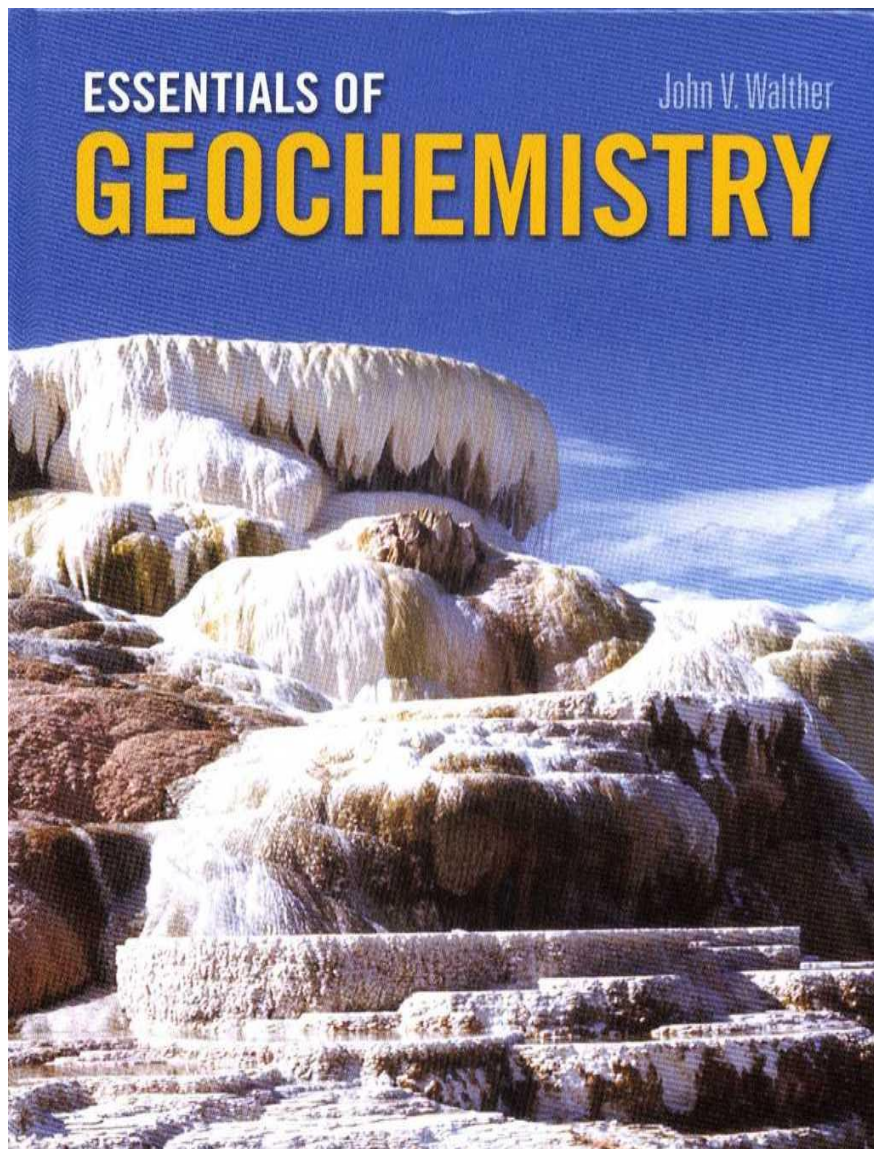
INTRODUCTION TO GEOCHEMISTRY

KONRAD B. KRAUSKOPF
DENNIS K. BIRD

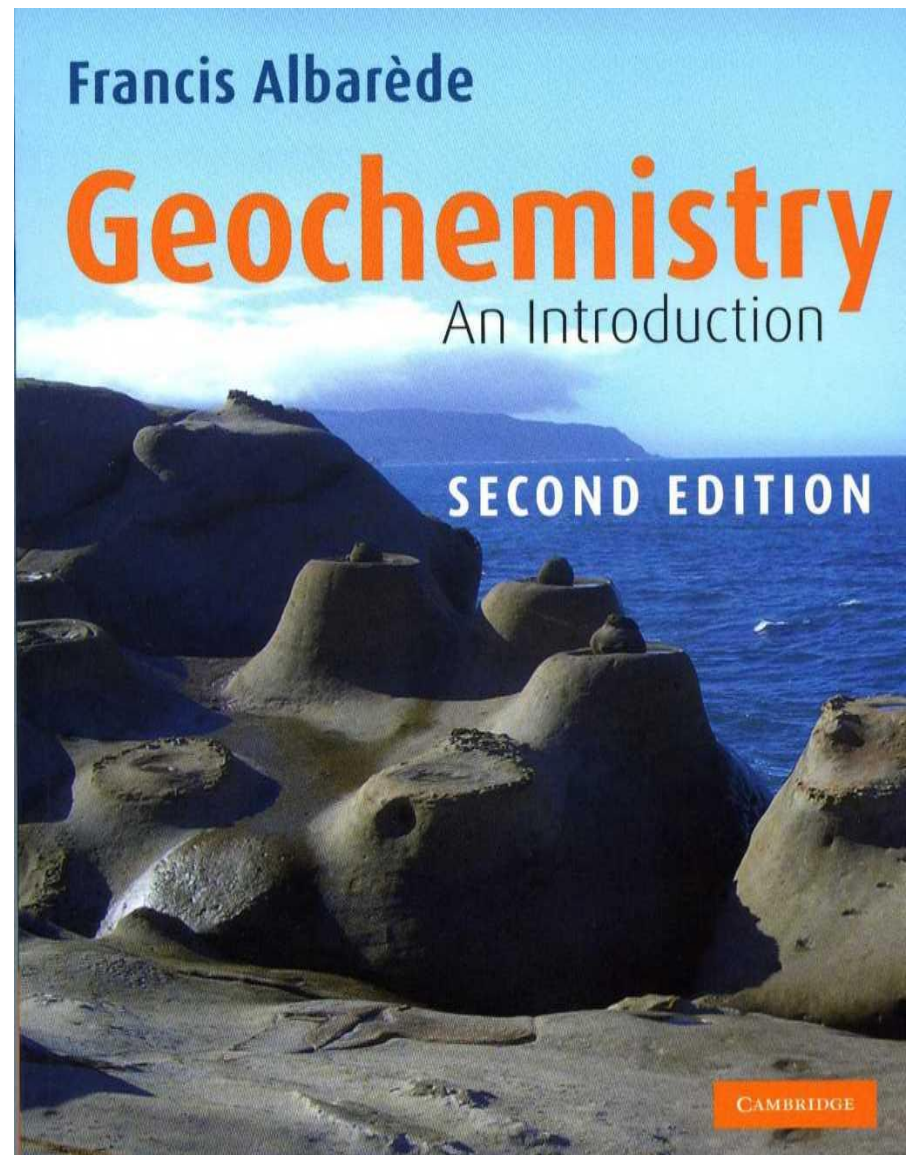
1967

1979

1995



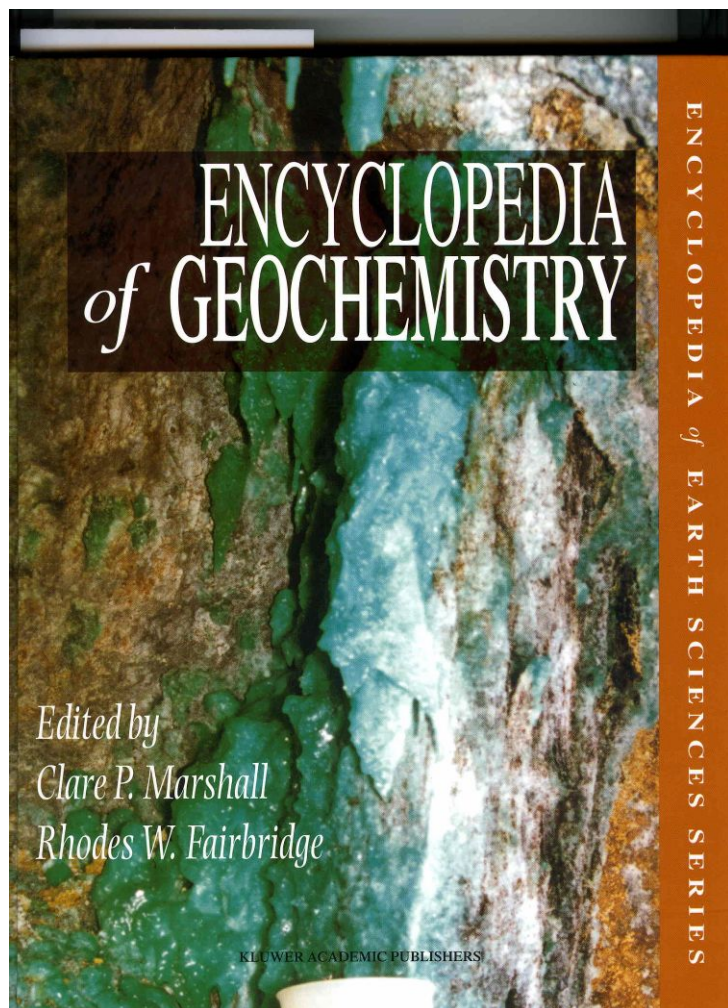
2005, 2008



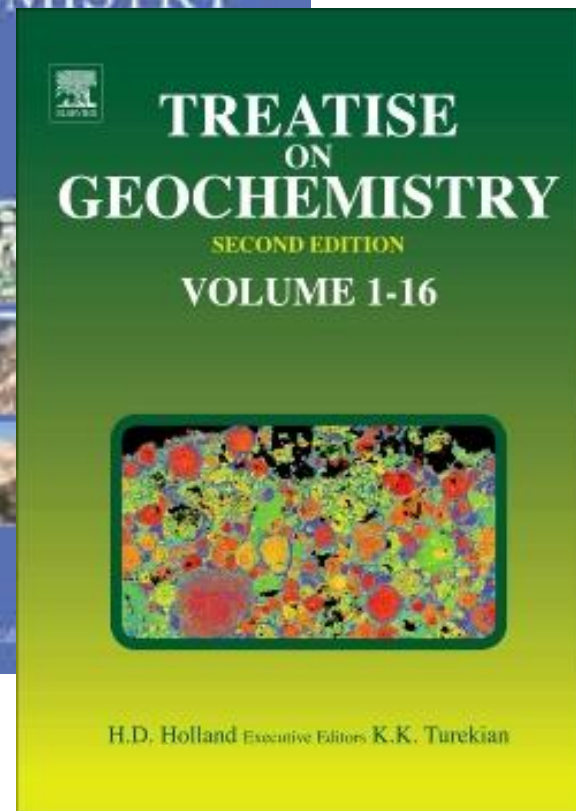
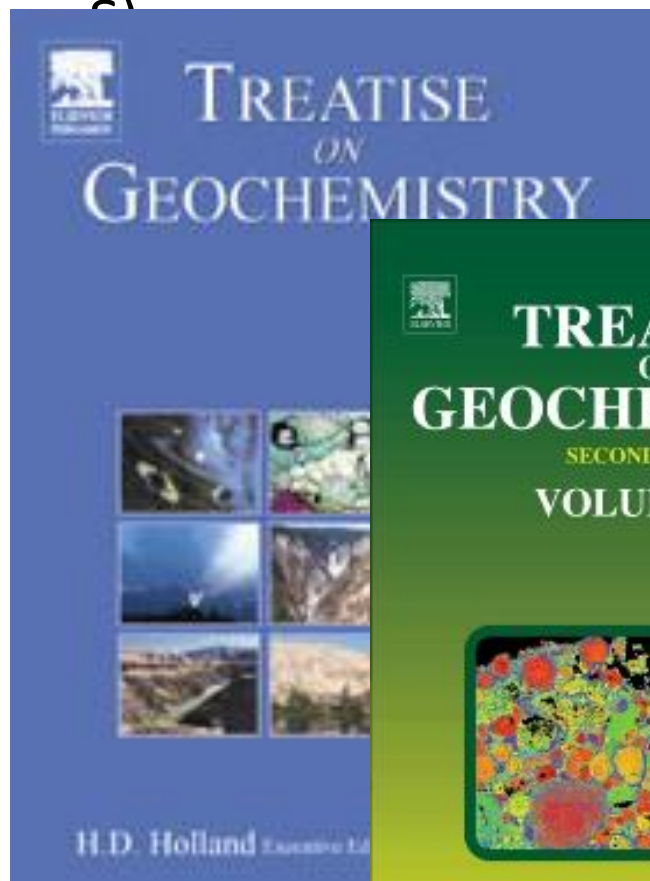
2003, 2009

Зарубежная литература:

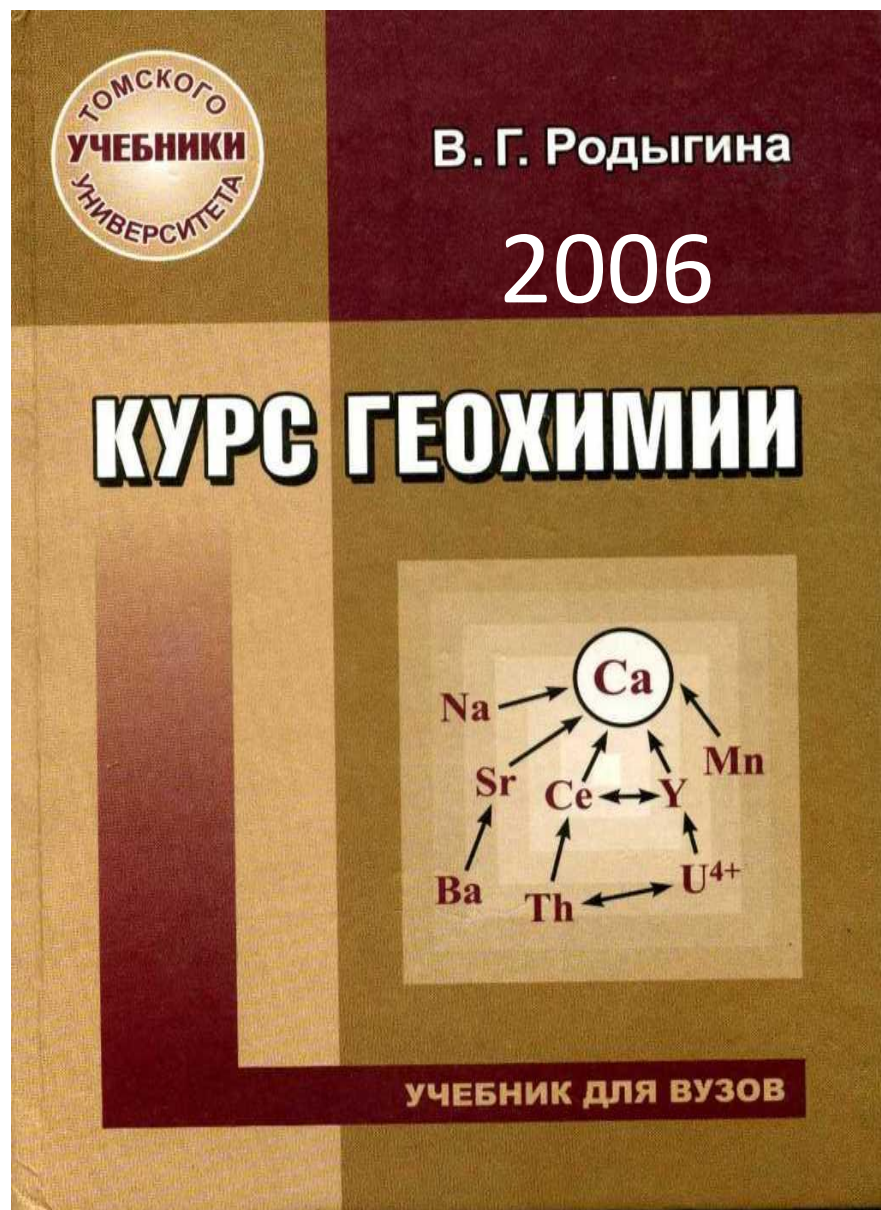
Энциклопедия геохимии. 1999.
684 с.



Трактат геохимии.
10 томов. 2003.
16 томов. 2014. 815 с. (7500 с.)



Современные отечественные учебники



Э.Ф. Емлин

Основы

геохимии.

Екатеринбург
М.Р. Дюровольская

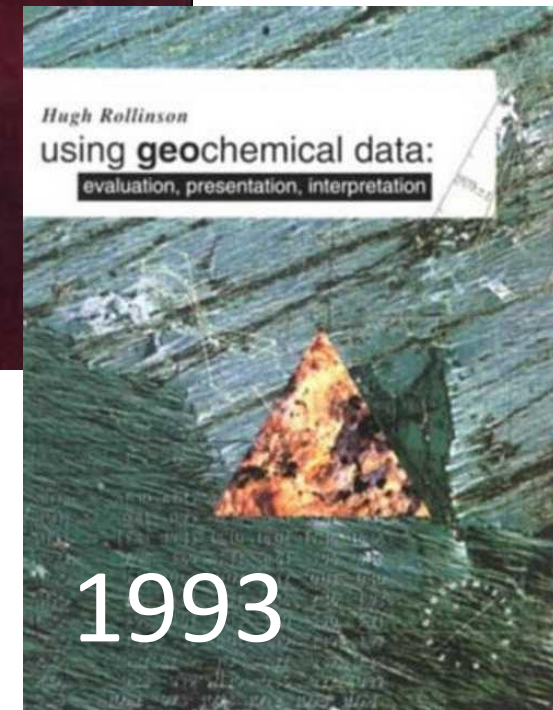
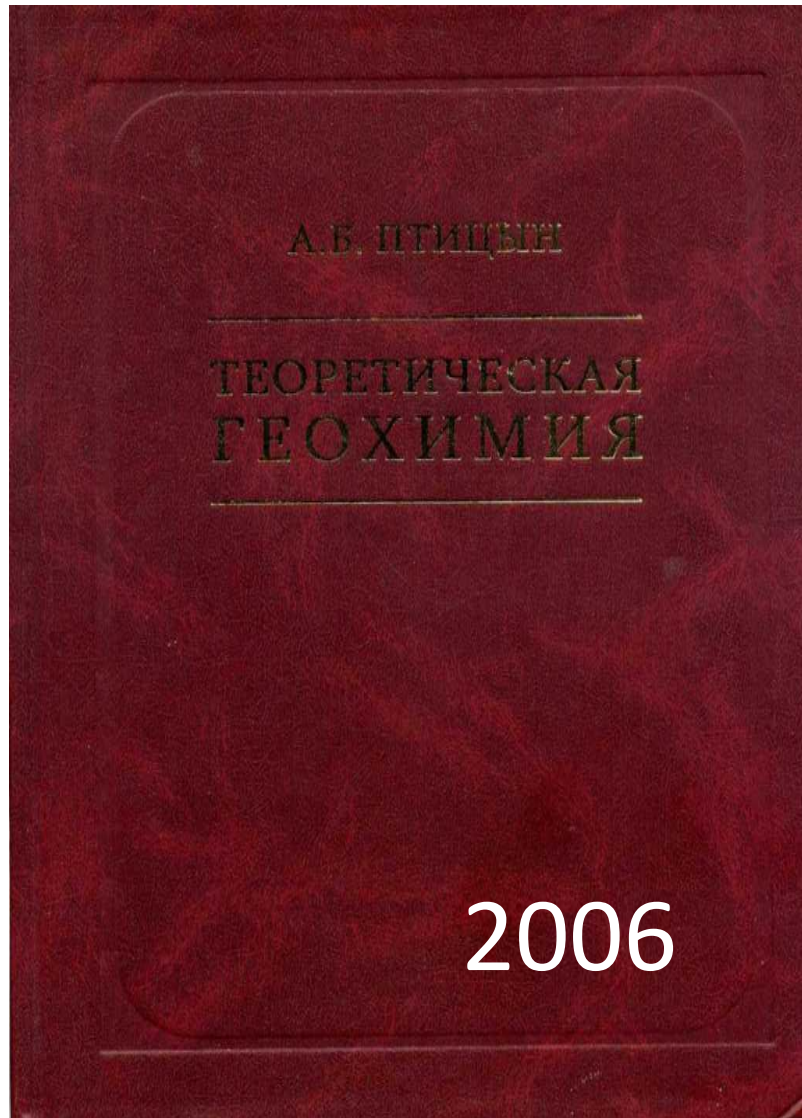
2007
Геохимия земной
коры. Москва, 2007

Трудно купить,
много компиляции
из сильно
устаревших
учебников



www.chartko.narod.ru

Книги по геохимии



Интернет: развернутые программы курсов геохимии, файлы с презентациями лекций (как правило, американских университетов)

GEOLOGY 4490 — Geochemistry — Spring 2010 — 4 Credits

Instructor:	Cliff Riebe	Course Website:	http://geoweb.gg.uwyo.edu/geol4490/
Phone:	307-766-3965	Lecture:	2:45–4:00 Tues+Thurs—Geology Bldg, rm 311
E-mail:	criebe@uwyo.edu	Laboratory:	1:10–3:00 Wed—Geology Bldg, rm 318
Office:	2008 ESB	Office Hours:	1:00–2:30 Tues+Thurs
TA:	TBD	TA Office Hrs	TBD

Course Prerequisites: Grades of C or better in GEOLOGY 2000, GEOLOGY 2010, CHEM 1020, MATH 2200, and MATH 2205 (required) plus junior standing or higher (recommended).

Overview: Defined loosely, geochemistry is the union of chemistry and geology. Yet it's actually tough to identify a geological problem that isn't best tackled with the help of a foundational understanding of chemistry. This is because chemical processes are fundamental to both the formation and breakdown of minerals and rock. Hence, they determine the composition and behavior of Earth's core, mantle, crust, oceans, and atmosphere.

- 1) *Essentials of Geochemistry* (2009) Walther, J. V. 2nd Ed. Jones & Bartlett Publishers. 797 pp. This will be available on course reserve in the Brinkerhoff Geology Library, but, because it will be the source of many assigned readings, *I recommend that you purchase this text*. (Cost ~\$130) It has the advantage of being up to date as of 2009, so it should serve you as a solid reference on geochemistry for years to come.
- 2) *Geochemistry* (2007) White, W. M. has occasional copy-editing errors ☹ but it's up to date and **FREE** ☺. Download it from the course website (<http://geoweb.gg.uwyo.edu/geol4490/>). I recommend that you print and bind it for use in this class. There will be many reading assignments from this book.
- 3) *Principles and Applications of Geochemistry* (1998) Faure, G. 2nd Ed. Prentice Hall. 600 pp. This will be on course reserve. It has a good level of detail on some topics but is unfortunately not up-to-date.

Требования к студентам на лекциях

That means no sleeping, iPods, video games,

networking/texting/talking on phones, PDAs, or PPCs in class.

Ethical integrity is one of the foundations of

Термин «**геохимия**» впервые употребил профессор химии Университета г. Базель в Швейцарии **Х. Шенбейн в 1838 г.**, утверждавший, что необходимо прежде, чем может идти речь о настоящей геологической науке, надо создать геохимию, которая должна обращать внимание на химическую природу и происхождение масс, образующих земной шар.

Термин «**геохимия**» был забыт до **1908 г.** – публикация **Ф. Кларком** «The Data of Geochemistry»

Что представляет собой
геохимия?

ГЕОХИМИЯ =
ГЕОЛОГИЯ + ХИМИЯ?

ГЕОХИМИЯ =
ХИМИЯ ЗЕМЛИ?

Геохимия использует приемы
(методы, теоретические и
практические подходы) химии для
решения геологических проблем

«Геохимик должен обладать
геологическим мышлением» Д. Шоу

«Нельзя изучить природу, глядя в тигель»
Дж. Хеттон

«Геохимия изучает химические
элементы земной коры и, насколько
возможно, всей планеты.

Она изучает их историю, их
распределение во времени и
пространстве.

Она резко отличается от
минералогии, которая в том же
пространстве и в том же времени
изучает историю соединений атомов
– кристаллов и молекул.» В.И.

Вернадский

**«Геохимию можно назвать
естественной историей химических
элементов»**

Gibson, 1949

**«Геохимия - наука о химическом
составе Земли и законах
распространения, распределения,
миграции химических элементов» А.
П. Виноградов**

Основная проблема геохимии - выяснение характера распределения химических элементов в земной материи и причин этого распределения (В.М. Гольдшмидт)

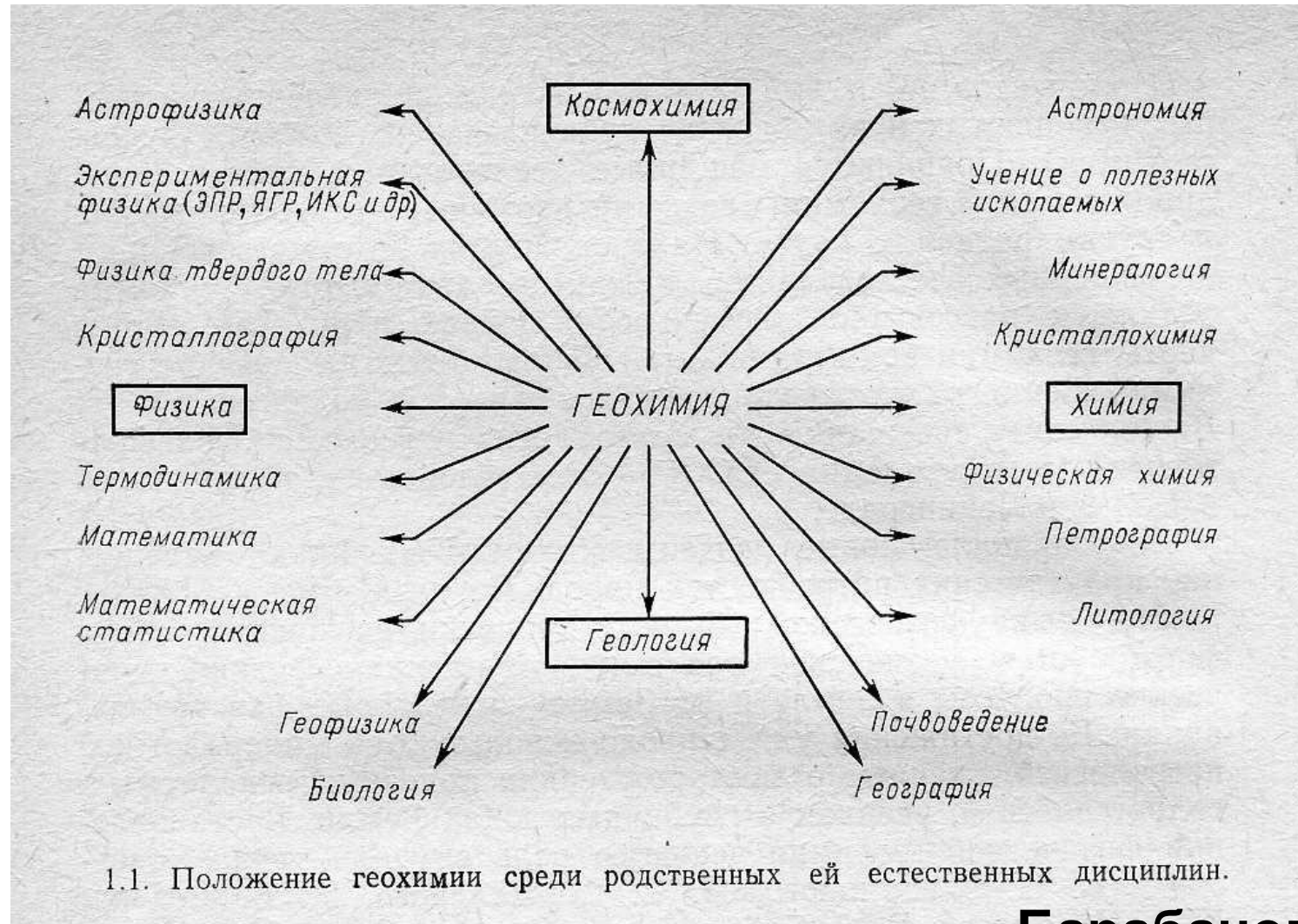
В настоящее время объекты исследования геохимии расширены до планет земной группы (Меркурий, Венера, Земля и Марс), Луны, астероидов и др. «каменных» объектов.

Не путать с более общей наукой космохимией, которая синтезирует данные химии, геохимии, физики и астрономии.

Различие химического и геохимического мышления:

1. Крайняя неравномерность распределения элементов в земной коре. Разница в концентрациях. Формы нахождения элементов могут быть различны.
2. Внешние факторы воздействия на геосистему в земной коре ограничены сравнительно узкими рамками.
3. Химические элементы присутствуют в виде солей, растворов, расплавов в разных системах, в которых элемент не может проявить своих свойств. До того, пока эта система не разрушится, элемент зависит от нее.

Взаимосвязь геохимии с другими науками и разделами геологии



Барабанов,



Рис. 1. Взаимоотношение геохимии с родственными науками

Войткевич, Закруткин,
1976

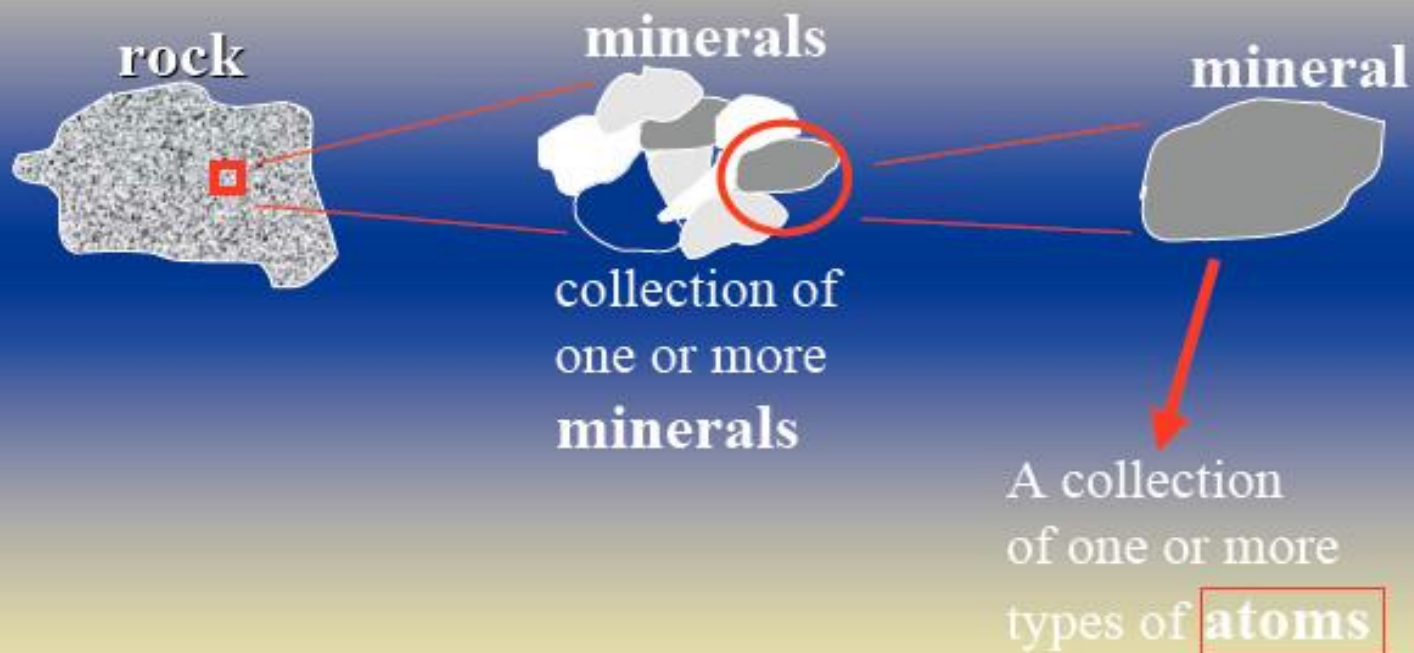
Взаимоотношение геологических дисциплин и иерархия объектов их исследования

Элемент	Геохимия
Минерал, (Кристалл)	Минералогия, (Кристаллография)
Порода	Петрография
Земная кора	Геология, Геодинамика

Геохимия «выросла» из генетической минералогии

Костов,

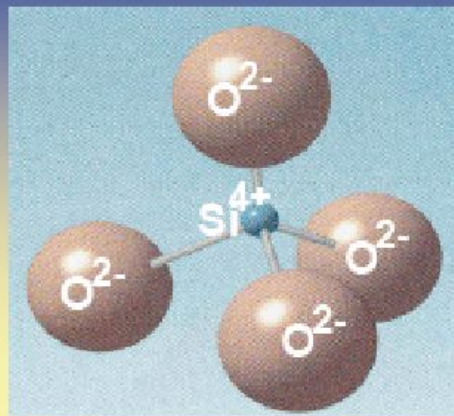
Atoms, minerals and rocks



Atoms, minerals and rocks

✦ Atomic structure

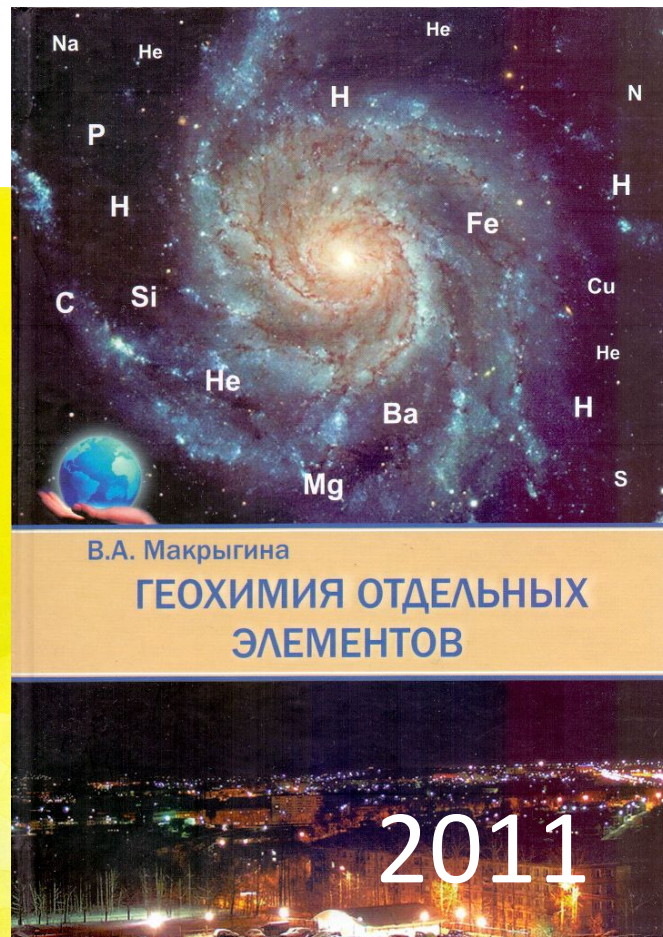
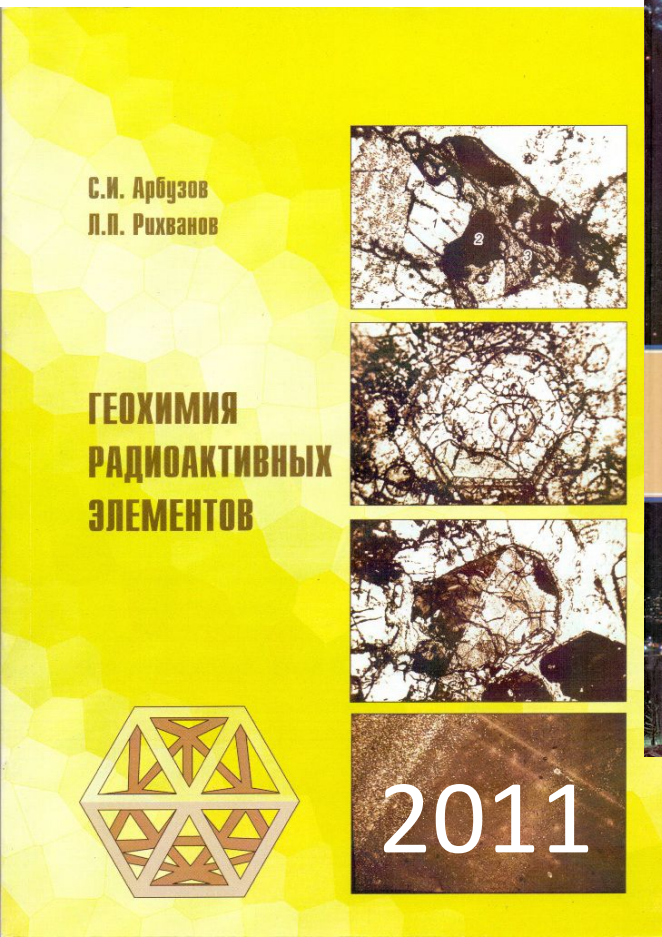
Example: mineral quartz
made up of silicon (Si) &
oxygen (O) atoms



Объекты исследования геохимии

1. Геохимия элементов и групп элементов.
2. Геохимия пород и др. (напр., углеводородов).
3. Геохимия минералов.
4. Геохимия процессов.
5. Геохимия систем:
 - абиогенные – процессы механической и ф/х миграции элементов;
 - биокозные – взаимопроникновение живых организмов и неорганической материи;
 - техногенные системы – ведущее значение техногенной миграции элементов.
6. Прикладная геохимия (геохимия МПИ).

В настоящее время в геохимии существует тенденция детализации исследуемых элементов в пределах конкретных ограниченных систем и объектов



ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ГЕОХИМИИ

Как самостоятельная научная дисциплина геохимия могла возникнуть только после полного формирования двух наук:
геологии и химии.

1. Этап накопления фактов («аморфная фаза» по Д.М. Шоу) – до конца 19 века.

а) Открытие новых элементов (67) и минералов.

б) Создание Периодической системы элементов (Таблица Д.И. Менделеева).

в) Появление оптического спектрографа в 1859г.

г) Вычисление средних содержаний элементов в горных породах Ф.В. Кларком (1889).

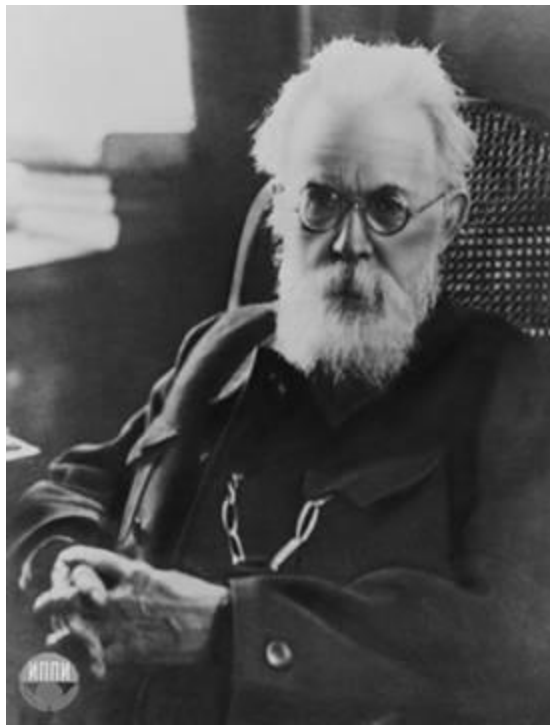
2. Этап систематизации полученных данных («фаза кристаллизации» геохимии как науки)

В.И. Вернадский (1863-1945) будучи заведующим кафедры минералогии МГУ (1908-1911) установил безминеральное существование элементов (рассеянные формы) в земной коре. Согласно **закону Вернадского-Кларка, все элементы есть везде, но в разных концентрациях**. Вернадский также занимался изучением содержания элементов в биосфере.

А. Е. Ферсман (1883-1945) впервые в 1911 г. прочел курс лекций по геохимии. Он является автором “Геохимии” в 4х т.

Активная эксплуатация сырьевых ресурсов способствовало развитию геохимии руд.

В. М. Гольдшmidt (1887-1947) занимался геохимией минералов, кристаллохимией. Он впервые стал объяснять геохимические процессы различными ионными радиусами элементов (для живого вещества это не верно).



Вернадский Владимир Иванович

(1863-1945), естествоиспытатель, мыслитель и общественный деятель; основоположник геохимии, биогеохимии, радиогеологии, гидрогеологии; создатель ряда научных школ;

Академик Петербургской Академии наук (1912), РАН (1917), АН СССР (1925), первый президент АН Украины (с 1919).

Профессор Московского университета (1898—1911), ушёл в отставку в знак протеста против притеснений студенчества. Организатор и директор Радиевого института (1922—39), биогеохимической лаборатории (с 1928; ныне ГЕОХИ РАН).

Идеи Вернадского сыграли выдающуюся роль в становлении современной научной картины мира: разработка целостного учения о биосфере, живом веществе (организующем земную оболочку) и эволюции биосферы в ноосферу, в которой человеческий разум и деятельность, научная мысль становятся определяющим фактором развития, мощной силой, сравнимой по своему воздействию на природу с геологическими процессами.

Учение Вернадского о взаимоотношении природы и общества оказало сильное влияние на формирование современного экологического сознания. Развивал традиции русского космизма, опирающегося на идею внутреннего единства человечества и космоса.



Ферсман Александр Евгеньевич

(1883-1945) - известный геолог, выдающийся минералог и геохимик. Ученик В.И. Вернадского. В 1918-1919 гг. А.Е. Ферсман - профессор Петроградского университета, где читал курс «Геохимия России». С 1919 г. академик РАН. Один из основателей военной геологии. Организатор новых научных направлений и популяризатор минералогии и геохимии. Один из основоположников геохимии. Большое внимание уделил проблеме кларков и миграции элементов. Предложил геоэнергетическую теорию энергий кристаллических решёток.

Особо важное прикладное значение имели исследования Хибинских тундр (с 1920) и Мончетундры (с 1930), где при его участии были открыты месторождения апатита и медно-никелевых руд. Один из первых обосновал необходимость применения геохимических методов при поисках месторождений полезных ископаемых. Много внимания уделял проблемам региональной геохимии и ещё в 1926 наметил впервые Монголо-Охотский геохимический пояс.

Важный цикл его исследований посвящен изучению гранитных пегматитов («Пегматиты», 1931). Ферсман был крупнейшим знатоком драгоценных и поделочных камней. Вице-президент (1927–29) АН СССР. Директор Радиевого института АН СССР (1922–26), председатель Уральского филиала АН СССР (1932–1938), Кольской базы им. С. М. Кирова при АН СССР (1930–45), директор института кристаллографии, минералогии и геохимии им. М. В. Ломоносова (1930–1939) и института геологических наук АН СССР (1942–45).



Виктор Мориц Гольдшмидт

(Victor Moritz Goldschmidt нем., 1888-1947)

Родился в Цюрихе, потом переехал в Осло.

Химик и геолог, один из основоположников геохимии и кристаллохимии. Придумал геохимическую классификации элементов, предложил закон изоморфизма, названный его именем.

Выдвинул одну из первых теорий относительно состава и строения глубин Земли, причем предсказания Гольдшмидта подтвердились в наибольшей степени.

Серия его работ под названием «Геохимия элементов» считается началом геохимии. Работы Гольдшмидта о атомных и ионных радиусах оказали большое влияние на кристаллохимию. Одним из первых рассчитал состав верхней континентальной коры.

Во время немецкой оккупации Гольдшмидт был арестован, но незадолго до запланированной отправки в концентрационный лагерь был похищен Норвежским Сопротивлением, и переправлен в Швецию. Затем он перебрался в Англию, где жили его родственники.

После войны он вернулся в Осло, и умер там в возрасте 59 лет. Его главный труд «Геохимия» был отредактирован и издан посмертно в Англии в 1954 году.



Френк Кларк

(Frank Wigglesworth Clark, 1847-1931)

Руководитель химической лаборатории
Геологической службы США.

«Отец Геохимии». Заново ввел в обращение
название этой науки.

Современное название величин, характеризующих распространенность элементов, - кларки. Ф. Кларк проделал titanicкую работу. Он проанализировал данные по химическому составу большого количества минералов и горных пород; этих данных было более 5000. В 1889 г. Кларк опубликовал первую сводную таблицу среднего химического состава земной коры. Спустя 20 лет появился гораздо более весомый труд, в котором Кларк обобщил работы почти 1000 исследователей (Data of Geochemistry, 1908). В этом справочнике можно было найти данные о составе горных пород, почв и вод. Вскоре Кларк с помощью геолога Г. Вашингтона произвел классический расчет среднего содержания химических элементов в условном слое земной коры толщиной 16 км. Данные Кларка и Вашингтона для наиболее распространенных элементов с тех пор изменялись в незначительной степени.

3. «Статистический этап» - дальнейшее накопление и обработка геохимической информации на принципиально новом уровне.

Бурное послевоенное развитие геохимии и космохимии в связи с непрерывным совершенствованием аналитических методов и технических возможностей, растущими потребностями промышленности в редких элементах.

Достижения отечественной геохимии (прикладной геохимии)

1

What Is Geochemistry?

2

1.1 Early History

2

1.2 Geochemistry in the U.S.S.R.

3

1.3 V. M. Goldschmidt

4

1.4 Modern Geochemistry

5

References

7

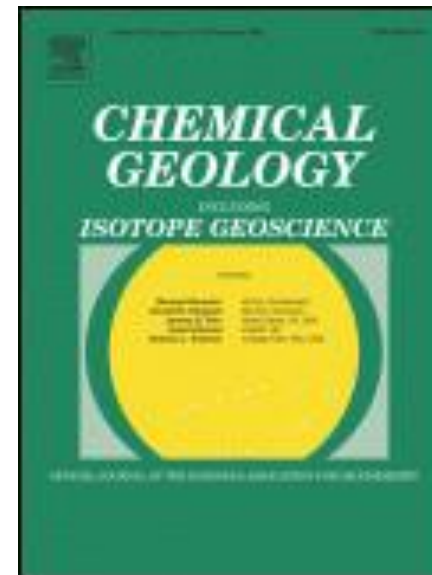
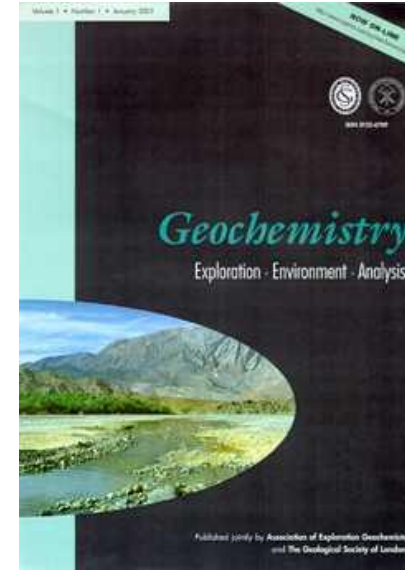
Россия и США лидеры по открытию минералов 60
элементов

Faure, 1998

Геохимические журналы

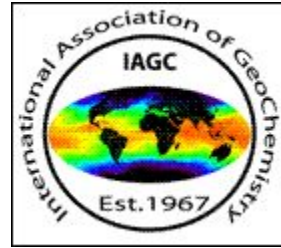
GI
Geochemical
Transactions

Elements
An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology





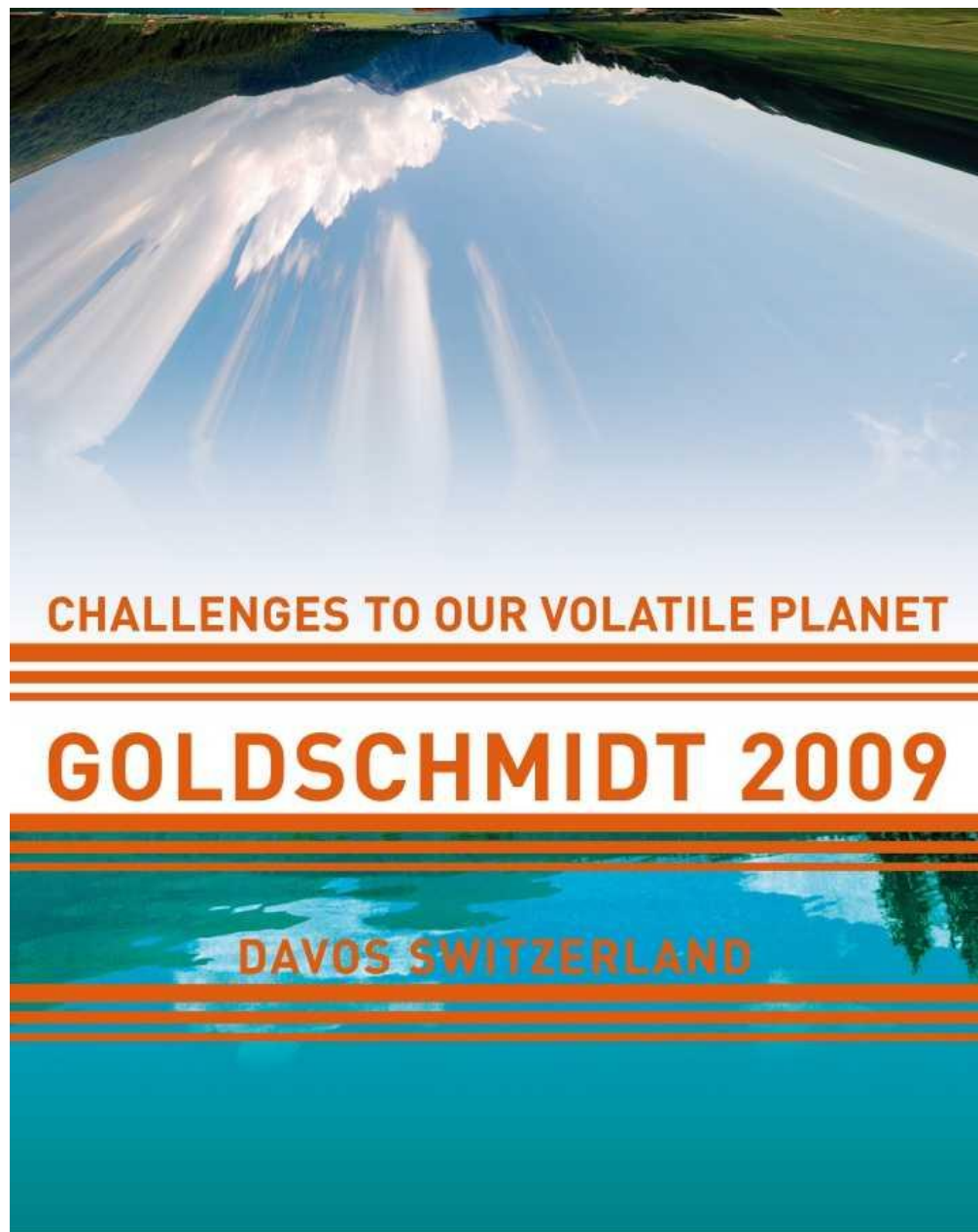
geochemical society



European Association of Geochemistry



The Association of Applied Geochemists



June 22 - 26, 2009
www.goldschmidt2009.org



European Association of Geochemists
www.eag.eu.com



The Geochemical Society
www.geochemsoc.org

Ежегодные
геохимически
е
конференции
имени
В.
Гольдшмидта

- * Theme 1:Nebular Processes, Planet Formation and Comparative Planetology
 - * Theme 2:Earth, The Early Years: Building a Habitable Planet
 - * Theme 3:The Deep Earth: Formation, Evolution and Dynamics
 - * Theme 4:Mantle to Crust: Ocean Ridge and Intraplate Volcanism
 - * Theme 5:Continental Crust Formation, Tectonics and Orogeny
 - * Theme 6:Recycling: Subduction, The Mantle Wedge and Arc Volcanism
 - * Theme **7:Evolution of Earth's Surface Environment**
 - * Theme **8:Interfaces and Interfacial Processes from the Nano- to Continental Scale**
 - * Theme **9:Earth's Resources I: Origin and Sustainable Exploitation of Oil/Water/Gas systems**
 - * Theme **10:Earth's Resources II: Origin and Sustainable Exploitation of Fluids and Ore Deposits**
 - * Theme **11:Climate Change: Processes and Records**
 - * Theme **12:Sources, Sinks and Impact of Atmospheric Aerosols**
 - * Theme **13:Global Geochemical Challenges: Past Record and Future Impact**
 - * Theme **14:Ocean Chemistry Past and Present**
 - * Theme **15:Human Activities: Environmental Impact, Consequence and Remediation**
 - * Theme **16:Life at the Edge: Extreme Environments**
 - * Theme **17:Microbes Rock: Biogeochemical Activity and Biosignatures**
- * Theme 18:Frontiers in Analytical Techniques
- * Theme 19:Frontiers in Computational Geochemistry
- * Theme 20:General sessions
- * Theme **21:Extraction and Environmental Industries**

Половина направлений современной геохимии связано с глобальными проблемами существования человечества (**ноосферы** по В.И. Вернадскому):

- экология;
- изменение климата;
- биогеохимия;
- геохимия атмосферы и гидросферы;
- проблемы энергоресурсов и др.