

# ГИДРОГЕОХИМИЯ

# Гидрогеология (по С.Л. Шварцеву)

- Гидрогеология является частью геологии и изучает подземные воды на основе анализа истории развития земной коры в тесной связи с горными породами, слагающими литосферу, и ее структурными особенностями.
- Гидрогеология — это наука о геологии воды.

Внутри гидрогеологии оформились самостоятельные научные дисциплины, которые можно разбить на две группы, определяющие соответственно ее теоретическое и методологическое содержание.

К первой группе относятся

**общая гидрогеология** (изучает структуру, состав, строение и наиболее общие свойства подземной гидросферы, закономерности размещения и существования разных видов воды в недрах земли, роль воды в геологической истории Земли и происхождении жизни на Земле) ,

**гидрогеодинамика** (исследует закономерности движения различных форм подземных вод),

**гидрогеохимия** (обеспечивает изучение особенностей миграции атомов химических элементов в подземной гидросфере на базе эволюционного развития системы вода — порода — газ — органическое вещество, выявление путей формирования разнообразных геохимических типов подземных вод).

Центральным

вопросом гидрогеохимии является выявление путей формирования разнообразных геохимических типов подземных вод, а также прогноз изменения их качества.

**региональная гидрогеология** (обеспечивает изучение связи пространственно-временного распределения подземных вод в земной коре с характером и историей развития геологических структур),

**палеогидрогеология** (изучает былые подземные гидросферы в тесной связи со становлением и развитием литосферы, восстанавливает палеогидрогеологические условия конкретной территории, включая геологическую роль воды в формировании месторождений полезных ископаемых .

Ко второй группе разделов гидрогеологии относятся дисциплины, непосредственно определяемые запросами производства:

- поиски и разведка подземных вод,
- мелиоративная гидрогеология,
- гидрогеология городов, охрана подземных вод и др,
- *гидрогеология месторождений полезных ископаемых (рудных и нефтяных),*
- гидрогеохимические поиски месторождений полезных ископаемых.

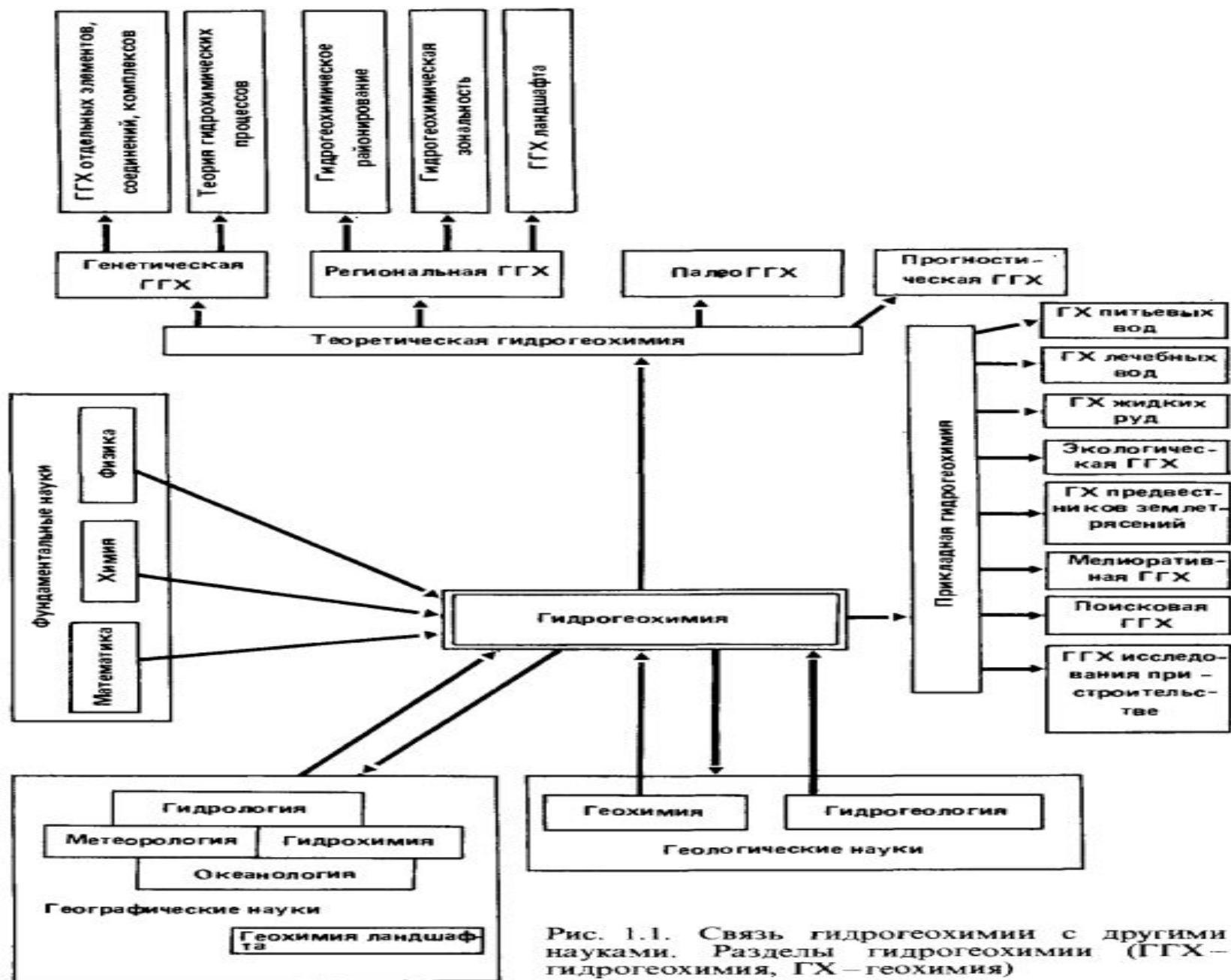


Рис. 1.1. Связь гидрогеохимии с другими науками. Разделы гидрогеохимии (ГГХ – гидрогеохимия, ГХ – геохимия)

# История их развития и современное состояние. Роль В.И. Вернадского, и других ученых в становлении и развитии гидрогеологии, гидрогеохимии и радиогидрогеологии



Основоположник гидрогеохимии академик В.И. Вернадский.

Весной 1929 г. В.И.Вернадский выступил в Российском минералогическом обществе с докладом на тему «О классификации и химическом составе природных вод», в котором фактически сформулировал содержание современной гидрогеохимии .

Поэтому по предложению А.И. Перельмана в 1979г. отмечалось 50-летие этой молодой науки.

В этой работе "История природных вод" .И.Вернадский обобщил с геохимических позиций весь накопленный к тому времени гидрохимический материал, заложив основы гидрогеохимии, но и вскрыл совершенно особое положение природных вод в геологической истории Земли, возникновении и развитии жизни.

«**Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов**» (Вернадский, 2003, с.20).

- Последователи А.М. Овчинников (название Гидрогеохимия 1938 г.), А.И. Перельман, Н.И. Толстихин, Е.В. Посохов, В.А. Кирюхин, С.Р. Крайнов, С.Л. Шварцев, В.М. Швец, В.П. Зверев и др.
- Разработчики гидрогеохимического метода поисков рудных месторождений (А.И. Германов, А.В. Щербаков, А.Н. Токарев, А. К. Лисицин, А.М. Овчинников, А.А. Бродский, П.А. Удодов, Е.Е. Белякова, С.П. Албул, Г.А. Голева, С.Р. Крайнов, Н.М. Рассказов, В.А. Кирюхин, Б.А. Колотов, С.Л. Шварцев и многие другие)
- Большой вклад в развитие внесли исследователи, внедрившие физико-химические методы - Д.С. Коржинский, Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст, В.А. Жариков, П.Б. Бартон, Х.К. Хелгесон, И.К. Карпов, Г. Б. Наумов, Б.Н. Рыженко, И. Тарди, П. Пачес, Дж. Драйвер, В.Н. Озябкин, М.Б. Букаты и многие другие



Роль Томской школы гидрогеохимиков в  
становлении метода гидрогеохимического метода  
поисков месторождений





**Павел  
Афанасьевич  
УДОДОВ**

**Основоснователь научной гидро-  
геохимической школы**

(1903-1981 гг.)

Выпускник кафедры 1930  
г.,  
профессор,  
д.г.-м.н.



**Иван  
Петрович  
ОНУФРИЕНОК**

**1959 г.  
РАЗРАБОТЧИК  
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО  
МЕТОДА ПОИСКОВ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

---

---

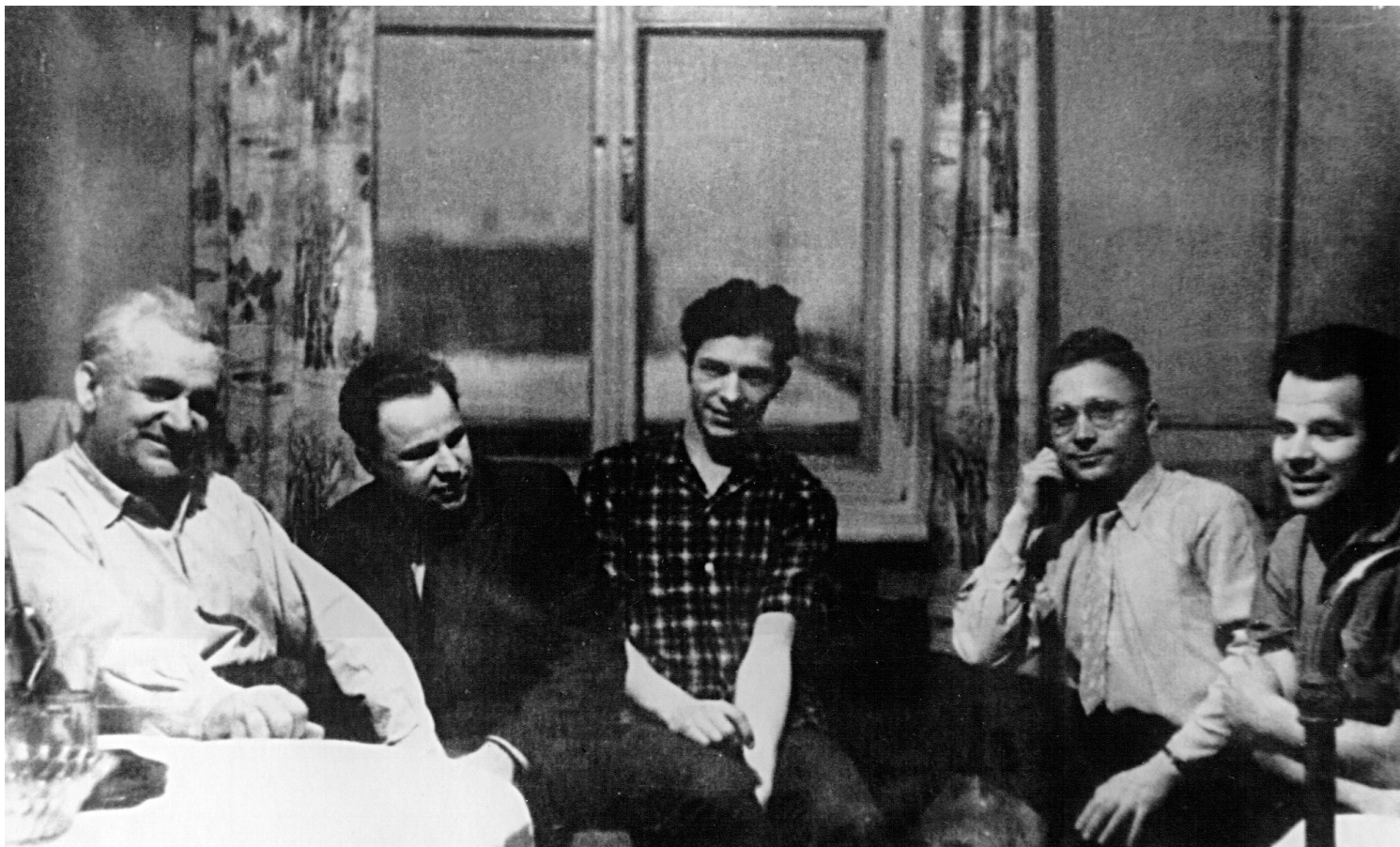
---

## **Инженерные и научные кадры – Наследие П.А. Удодова**

### **Доктора наук**

**Среди его прямых учеников 6 докторов наук (В. М. Матусевич, Ю.С. Парилов, Е.А. Пономарев, Н.М. Рассказов, Г.М. Рогов, С.Л. Шварцев)**

**и 18 кандидатов наук, многие из которых уже имеют своих докторов и кандидатов наук.**



**П.А. Удодов с учениками д.г.-м.н.:  
Н.М. Рассказов, В.М. Матусевич,  
Ю.С. Парилов, С.Л. Шварцев**

---

---

---

## **Гидрогеохимический метод поисков МПИ**

***Главное научное направление исследований П.  
А. Удодова – разработка гидрогеохимического  
метода поисков месторождений полезных  
ископаемых.***

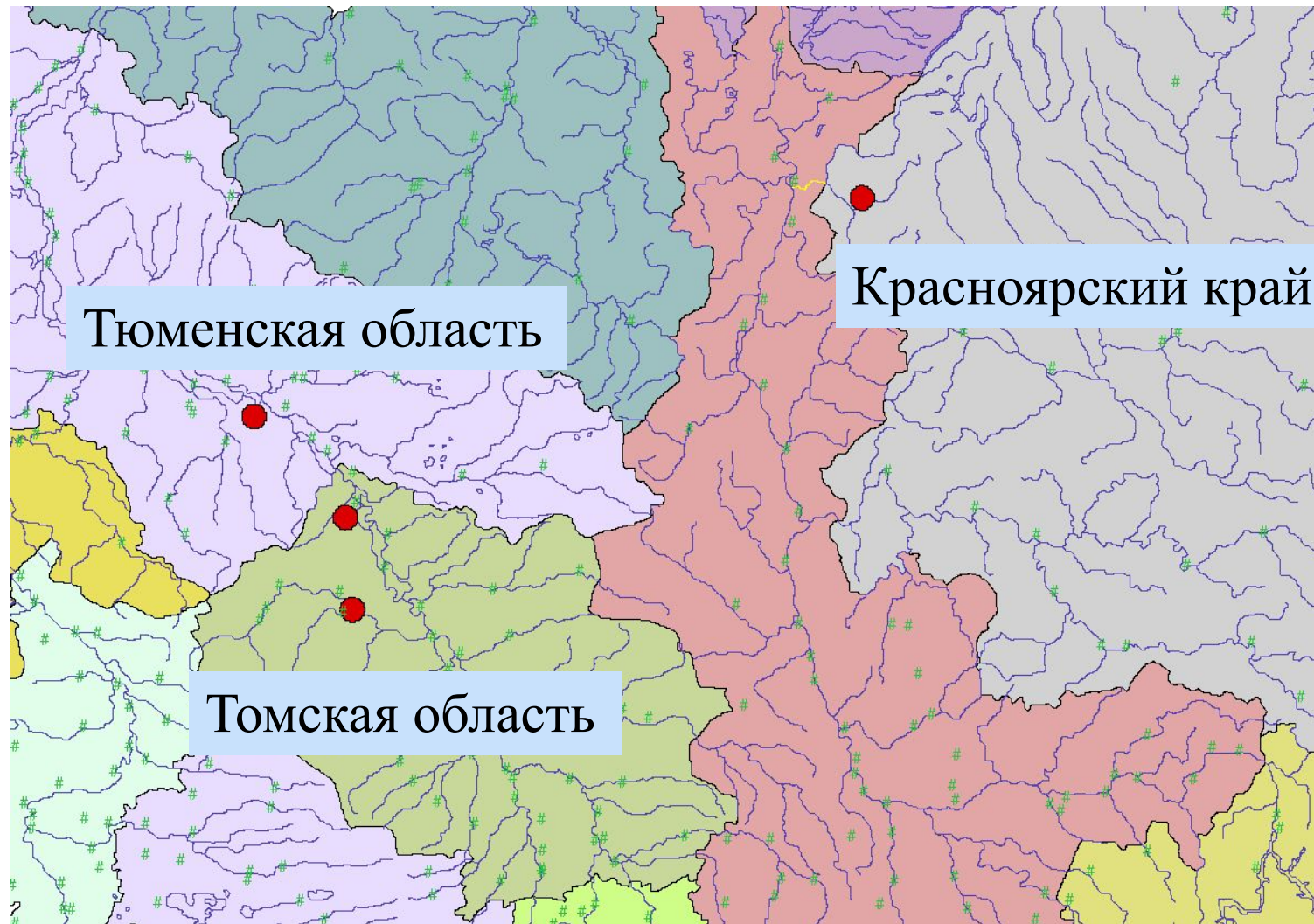
***Это направление исследований получило  
широкое распространение, как в нашей стране,  
так и за рубежом***

# Гидрогеохимический метод поисков МПИ



**Районы поисковых работ на золото  
проблемной гидрогеохимической  
Лаборатории ТПИ**

# Гидрогеохимический метод поисков МПИ



**Районы гидрогеохимических поисковых работ на нефть**

# **Александр Дмитриевич НАЗАРОВ**

**К.Г.-М.Н.,  
зам. декана ГРФ  
(1973-1977 гг.)**





**Николай  
Михайлович  
РАССКАЗОВ**

**Д.Г.-М.Н.,  
профессор,  
и.о. зав. кафедрой  
(1963-1965 г.г.)**



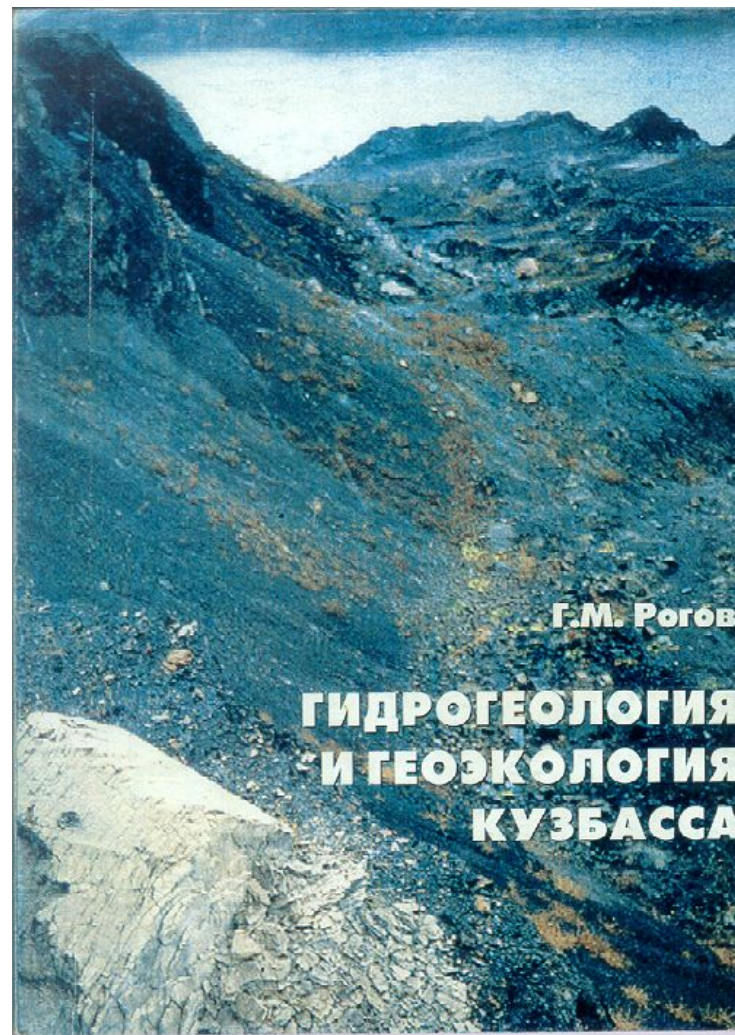
**Анатолий  
Алексеевич  
ЛУКИН**  
**К.Г.-М.Н,  
доцент кафедры**



# Рогов Геннадий Маркелович



# Гидрогеология



**Монографии**

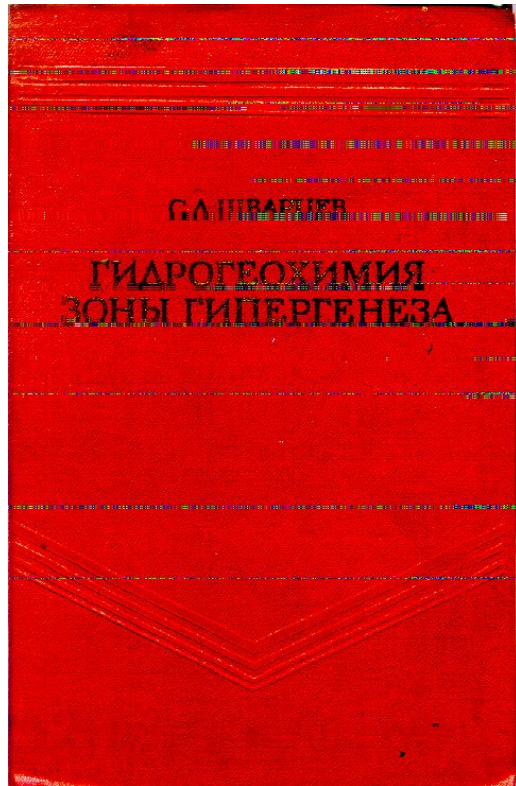
**ШВАРЦЕВ СТЕПАН ЛЬВОВИЧ** **д. г.-м.н.,**  
**профессор, Лауреат Госпремии СССР,**  
**заведующий кафедрой**  
**(с 1976 гг.)**



С.Л. Шварцевым впервые в мировой практике разработана теория и методика применения гидрогеохимического метода поисков месторождений рудных полезных ископаемых в условиях криолитозоны, что способствовало открытию ряда перспективных объектов в Норильском районе. При этом было доказано, что физико-химические процессы протекают и в мерзлых породах, которые ранее считались зоной химического покоя.

Он обобщил данные по геохимии вод зоны гипергенеза всего мира, собрал оригинальный материал по составу вод всех ландшафтных зон земного шара и опубликовал широко ныне известную монографию «Гидрогеохимия зоны гипергенеза», которая выдержала уже два издания (1978 и 1998 г.г.). В этой работе с новых позиций рассмотрены многие вопросы геохимии и формирования подземных вод, равновесия их с горными породами, геохимии процессов выветривания, получен принципиально новый вывод о соотношении состава воды с горными породами, на новой методологической основе рассчитан подземный химический вынос, впервые в мировой практике рассчитаны кларки более 50 элементов для пресных подземных вод.

# Геохимия подземных вод



**Фундаментальные исследования  
Системы вода порода**

- С 1978 г. С.Л. Шварцев под руководством Е.В. Пиннекера начинает работу над шеститомной монографией «Основы гидрогеологии», в которой непосредственно участвует в написании 1, 3 и 4 томов и является ответственным редактором третьего тома «Гидрогеохимия». В этих книгах им выполнены важные теоретические разработки по проблемам круговорота воды в земной коре, ее синтезу и химическому разложению, формированию крепких рассолов, геохимическому циклу воды в земной коре, этапам формирования состава воды. За эту монографию, наряду с другими авторами он в 1986 г. удостоен звания «Лауреат Государственной премии СССР».

- В последние 15–20 лет С.Л. Шварцевым сформулировано и активно разрабатывается новое научное направление «Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода», по которому получен ряд важных результатов, раскрывающих механизмы формирования подземных вод осадочных бассейнов и оценки перспектив их нефтегазоносности, а также решения многих гидрогеохимических, водно-экологических и других проблем. Это же направление исследований по-новому раскрывает рудообразующую функцию вода – порода, что им показано, на примере давсонита, флюорита и др. минералов.



# **Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода – порода. Т.I: Система вода – порода в земной коре:**

взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. / В.А.

Алексеев, Б.Н. Рыженко, С.Л. Шварцев,

В.П. Зверев, М.Б. Букаты, М.В. Мироненко, М.В. Чарыкова, О.В.

• Чудаев: Отв.редактор тома С.Л. Шварцев. – Издательство СО РАН, 2005.— 242 с.

- В работе даются определения базовых понятий геохимии и гидрогеохимии, приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия в системе вода-порода, рассматривается кинетика реакций породообразующих минералов с водными растворами. Особое внимание уделено состоянию равновесия природных вод с карбонатными и алюмосиликатными минералами, природе неравновесности в системе вода-порода, геохимическим барьерам.
- На основе современных представлений о круговороте воды в земной коре на новой теоретической основе приведены данные о массах подземных вод в каждой оболочке земной коры, а также их оценка в масштабе геологического времени. Описывается современное состояние, методика и тенденции развития физико-химического компьютерного моделирования гидрогеохимических процессов.

# Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода - порода: в 5 томах. Т. 2:

- В работе описываются основные типы взаимодействия в системе вода – порода применительно к условиям зоны гипергенеза: латеритный, сиаллитный, бисиаллитный, содовый, солеобразующий, рассматривается геохимия органогенных типов подземных вод, результаты компьютерного моделирования и скорость процессов химического выветривания. Особое внимание уделено проблеме соотношения вторичных минеральных образований с геохимическими типами подземных вод, рудообразующей деятельности последних, соотношению выноса и накопления элементов. С новых позиций рассмотрен генезис латеритов, лессов, солей, некоторых месторождений полезных ископаемых, давсонита, источников Fe и Mn в водах, аномально высоких содержаний в них As, F и др. элементов.

# Геохимия подземных вод

Гидродинам. и гидрогеохим. расчеты, моделирование  
Файл Фильтрация Гидрогеохимия Help  
&Help Занято 326 Кб

0.5

ПРОТОКОЛ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ HG32  
\* нужен пропорциональный шрифт, например **Courier**  
\* при вставке рис. перевести курсор на нужное место

База данных: обычная  
Гидрогеохимия  
База данных: обычная  
База данных: с учетом Eh  
Гидрогеохимия: Настройка гидрогеохимической модели  
Базовые ионы  
Из файла: C:\Program Files\HG32\...  
Принять

В систему включены  
1 H+  
2 Na+  
3 Mg2+  
4 Al3+  
5 K+  
6 Ca2+  
7 Fe3+  
8 Au+  
9 e-  
10 OH-  
11 Cl-  
12 F-  
13 (SO4)2-  
14 (PO4)3-  
15 (HCO3)-  
16 SiO2  
17 H2O  
Из файла: C:\Program Files\HG32\...  
Принять  
В систему включены  
18 (CO3)2-

Настройка гидрогеохимической модели: C:\Program Files\HG32\дем\...  
Базовые ионы Ассоциаты Минералы

В базе данных:  
Al2Si2O5(OH)4 к  
Al2Si4O10(OH)2 м  
Al2Si4O10(OH)2 п  
Al(OH)3 д  
Ca2Al3Si3O12(OH) к  
Ca2Al3Si3O12(OH) ц  
Ca2FeAl2Si3O12(OH)  
Ca3(PO4)2  
Ca3Al2Si3O12  
Ca3Fe3+2Si3O12  
Ca5(PO4)3(OH)  
Ca5(PO4)3Cl  
Ca5Si3O12  
гипсбит

Включены в систему:  
Au  
Al(OH)3  
Fe(OH)3  
CaCO3 а  
CaCO3 к  
CaMg(CO3)2  
FeCO3  
CaF2  
SiO2  
SiO2\*nH2O  
золото (самор.)

Вид парам. G и S:  
 Экспер.+табл.  
 Эксперимент  
 Табличные

Всего включено: 10

Принять Заново  
Из файла В файл

Порядок на вводе-выводе: ↑ ↓

Пересчеты состава раствора и породы: C:\Program Files\HG32\дем\...  
Валов. состав р-ра Действ. состав р-ра Состав по валов. составу

Управление пересчетом анализа  
Раствор  
 текущий  
 исходный  
 новый  
Данные по составу соответствуют  
t, град.С 10.0 P, МПа 0.1  
Текущий № р-ра 0

Исходные данные и результаты пересчета  
Исходный состав раствора Привязка (имя анализа)  
центр-алмазная п35

Компонент	Содержание
H+	6.36005E-6
Na+	5
Mg2+	4
Al3+	0.01
K+	0.5
Ca2+	63
Fe3+	0.2
Au+	1.6E-5
e-	0.0
OH-	0.432549
Cl-	7.1
F-	0
(SO4)2-	72

Формула солевого состава  
центр-алмазная п35  
0.259 (HCO3)- 46.64 (SO4)2- 46.37 Cl- 6.20 OH- 0.79  
Ca2+ 84.62 Mg2+ 8.86 Na+ 5.85 K+ 0.34 Fe3+ 0.29

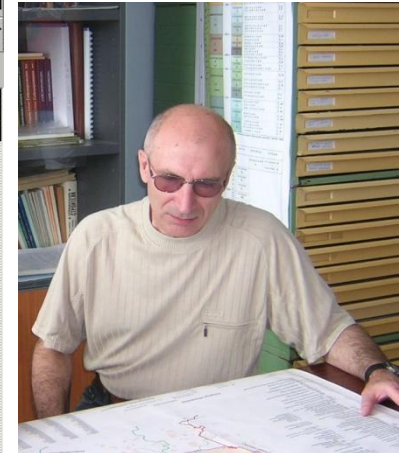
Плотн., кг/м3 pH Eh, мВ M, г/л Ионная сила, моль/л  
Исходные: 999.1 8.2 0.0 0.259  
Расчетные: 0.0 8.2 0.0 0.0 0.006

Сохранить

Обнулить

Действия Автофильтрация

Стр. 1 Разд 1 1/2 На Ст Кол 1 ВАП ИСПР ВДП ВАМ русский (Ро) 17:42



Букаты Михаил  
Болезлавович



**Юлия  
Григорьевна  
КОПЫЛОВА**

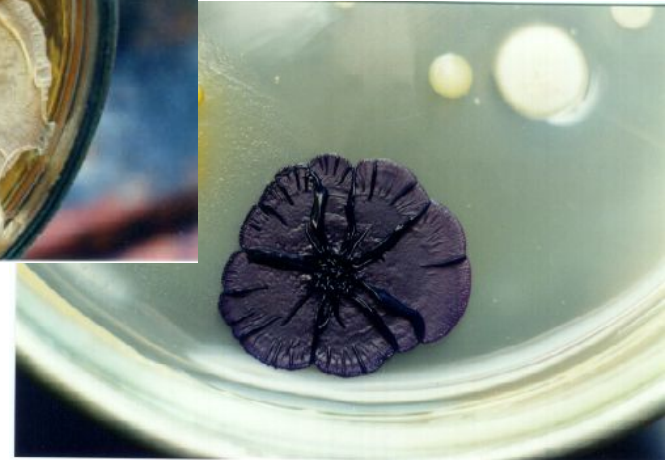
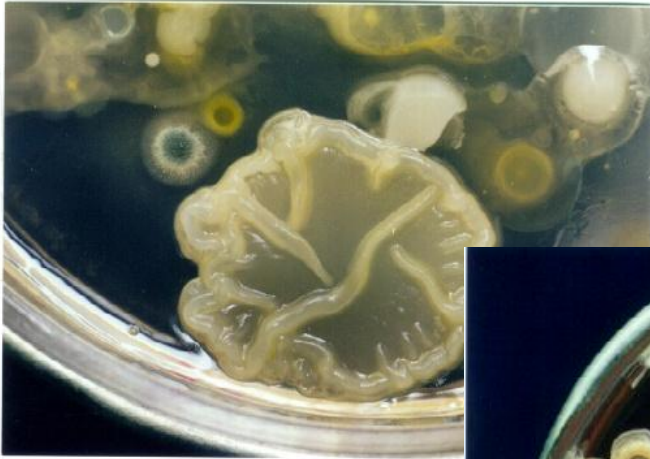
**К.Г.-М.Н.,  
Заслуженный  
геолог РФ,  
Зав. ПНИЛ  
гидрогеохимии  
с 1986 г.**

# Методы анализа природных вод

Компонент и чувствительность его определения, мг/л		Компонент и чувствительность его определения, мг/л		Компонент и чувствительность его определения, мг/л		Компонент и чувствительность его определения, мг/л	
pH	0.1 ед pH.	K	0.1	Zr	0.0006	Lu	0.000002
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5	S	0.5	W	0.006	Hf	0.000002
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	5	Rb	1	M	0.006	Ta	0.000009
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2	Al	0.1	Au	0.0000008	Th	0.000006
C <sup>-</sup>	0.5	Hg	0.00001	Sb	0.00003	U	0.00003
Жесткость, ммоль/л	0.05	Zn	0.0001	Se	0.002	Na	0,04
Ca <sup>2+</sup>	1	Cd	0.0001	Ba	0.003	K	
M <sup>2+</sup>	1	Pb	0.0001	Sc	0.000002	Ca	0,06
g NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.1 по азоту	Cu	0.0001	Br	0.00004	Нефтепродукты	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.003	As	0.0001	Rb	0.0004	ГК	1 мгО/л
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.05	B	0.00005	S	0.05	ФК	1 мгО/л
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.01	Ag	0.0001	Cd	0.0008	ХПК	2 мгО/л
B	2 по BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Ni	0.0006	Cs	0.00002	Перм. окисл.	0.4 мгО/л
S	0.2	Co	0.0006	La	0.000003	БПК	0.3 мгО/л
Fe	0.05	T	0.0006	Ce	0.00006	N <sub>2</sub>	n · 10 об%
I	0.2	Cr	0.0006	Nd	0.0006	O <sub>2</sub>	n · 10 об%
Br	0.2	V	0.0006	S	0.000005	CO <sub>2</sub>	0.01 об%
F	0.19	Sn	0.00018	id	0.0008	He	0.001 об%
L	0.01	M	0.00018	Eu	0.000005	H <sub>2</sub>	0.001 об%
Na	0,1	Be	0.00018	Tb	0.00007	Углеводороды	n · 10 <sup>-5</sup> об%

**Компоненты состава вод, определяемые в ПНИЛ ТПУ**

# Геологическая микробиология



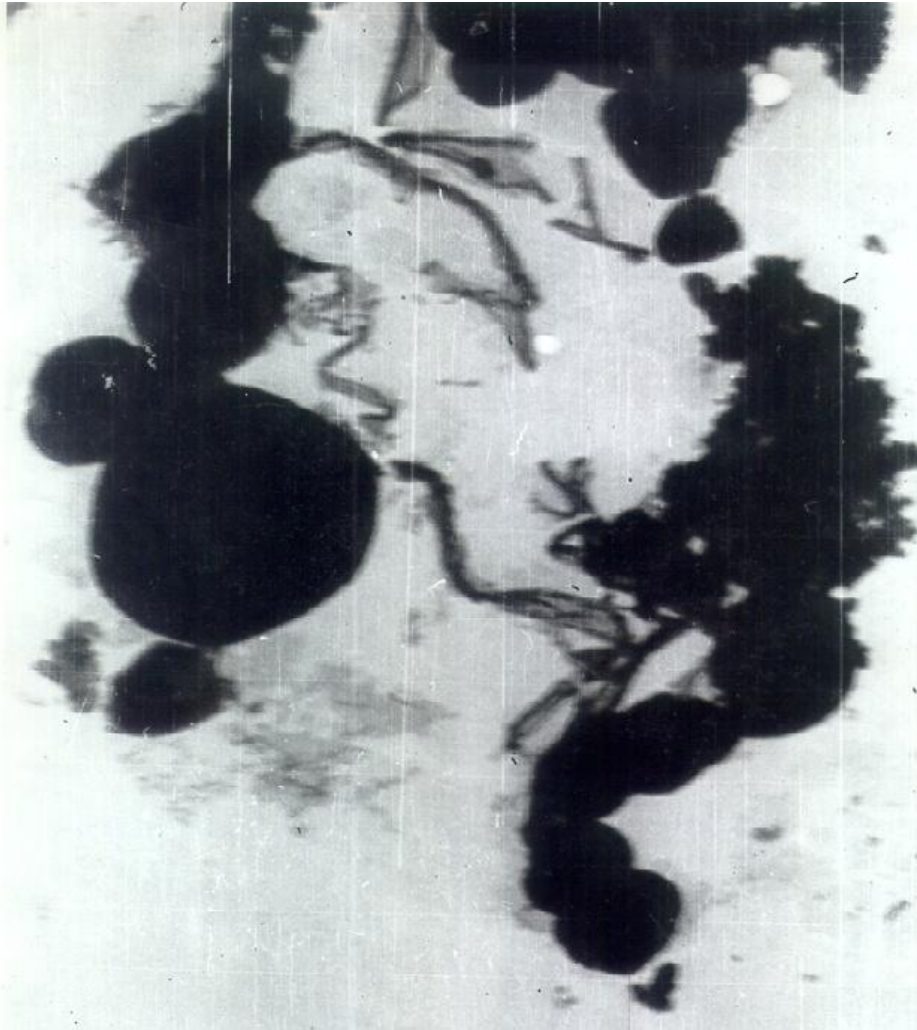
Лаборатория микробиологии

# Геологическая микробиология

---

---

---



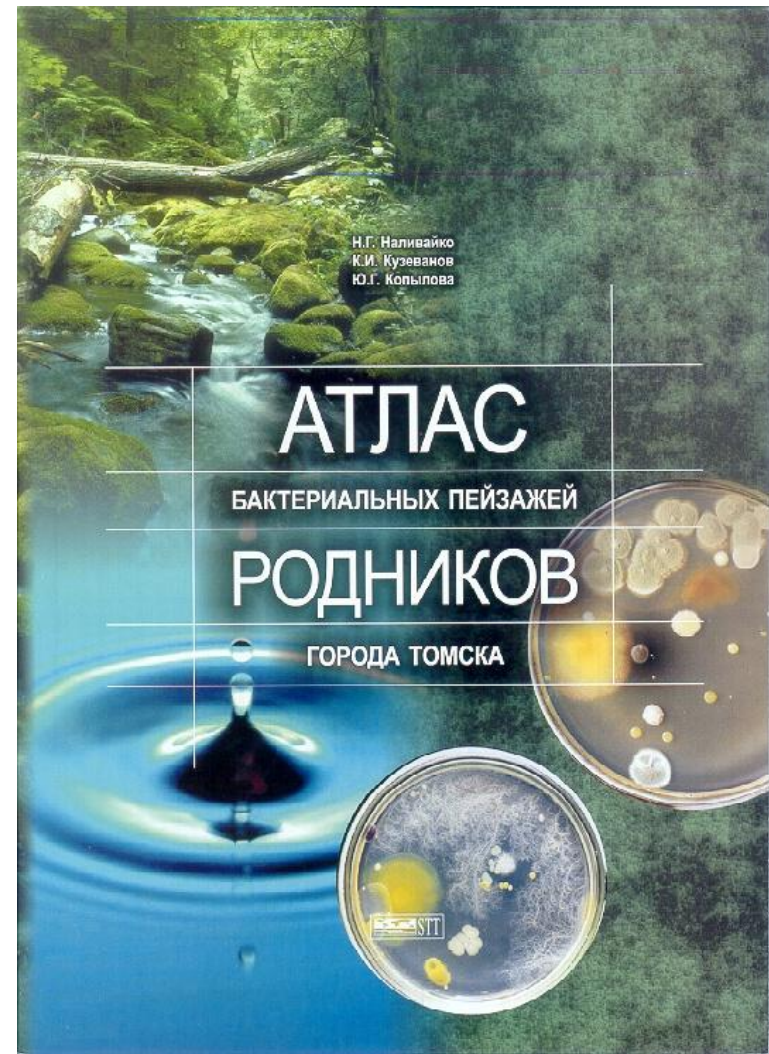
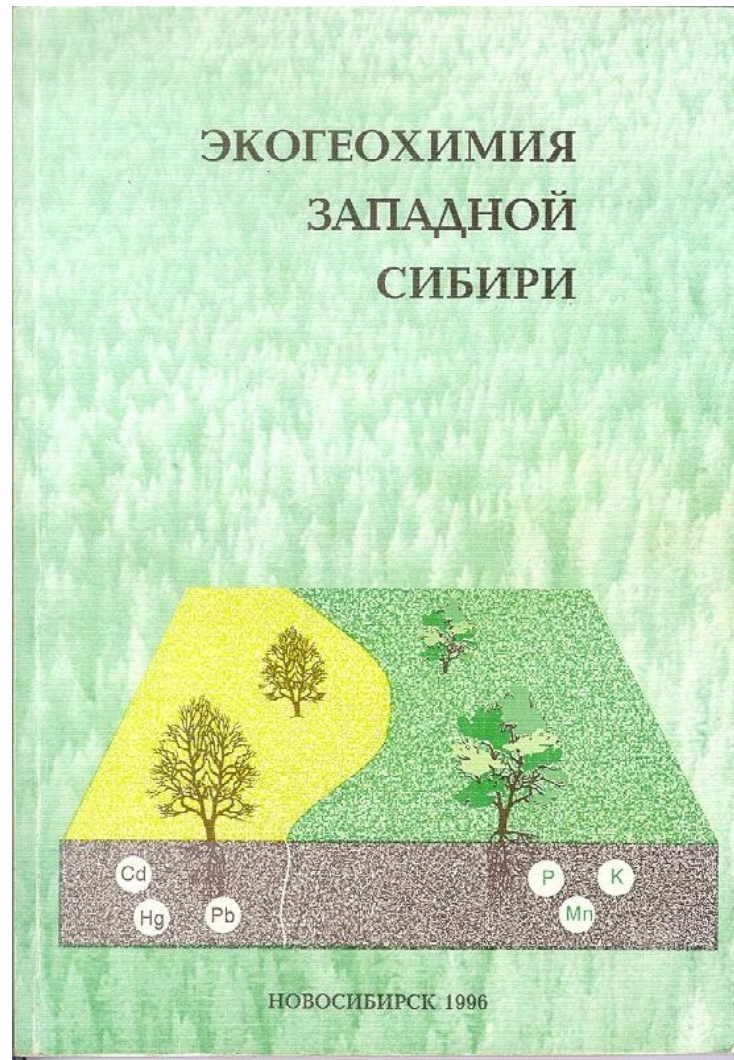
Фильтрующиеся  
(микроплазмо-  
подобные)  
формы бактерий,  
выделенные из  
поровых растворов

**Наливайко Нина  
Григорьевна,**  
доцент кафедры,  
К.Г.-М.Н.





# Охрана окружающей среды



Монографии



**ДУТОВА**  
**Екатерина**  
**Матвеевна**  
Д.Г.-М.Н.,  
Профессор  
Заслуженный  
геолог РФ

Специализируется в области гидрогеохимии, геохимических методов поисков рудных месторождений, основные работы посвящены проблемам формирования химического состава подземных вод зоны гипергенеза Алтае-Саянской складчатой области, вторичному гидрогенному минералообразованию в природных и природно-техногенных условиях, совершенствованию теории и практики гидрогеохимического метода поисков рудных месторождений полезных ископаемых.

# Охрана окружающей среды



**Монографии**

# Литература

- Шварцев С.Л. Общая гидрогеология.- М.: недра, 1996. **2012**
- Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия М.: Недра, 1993.
- Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза.- М.: Недра, 1998.
- Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия – М.: Недра, 1992.
- Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н. Швец В.М. Геохимия подземных вод – М.: Недра, 2001 **2007, 2012**
- Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода – порода. Т.1: Система вода – порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. / В.А. Алексеев, Б.Н. Рыженко, С.Л. Шварцев, В.П. Зверев, М. Б. Букаты, М.В. Мироненко, М.В. Чарыкова, О.В.Чудаев: Отв.редактор тома С. Л. Шварцев. – Издательство СО РАН, 2005
- Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода - порода: в 5 томах. Т. 2:Система вода - порода в условиях зоны гипергенеза С.Л. Шварцев, Рыженко Б.Н., Алексеев В.А., Дутова Е.М., Кондратьева И.А., Копылова Ю.Г., Лепокурова О.Е. ; отв. редактор тома Б.Н. Рыженко; ИНГГ СО РАН [и др.]. — Издательство СО РАН, 2007.
- Drever, J.I.(1997):*The Geochemistry of Natural Waters*. 3rd Ed., UpperSaddleRiver (PrenticeHall).
- Garrels, R.M. & Christ, C.L. (1965):*Solutions, Minerals andEquilibria.*, San Francisco (Freeman& Co.).
- Appelo, C.A.J. & Postma, D. (2005):*Geochemistry,Groundwaterand Pollution, Sec. Ed.*, Leiden,The Netherlands(BalkemaPublishers)