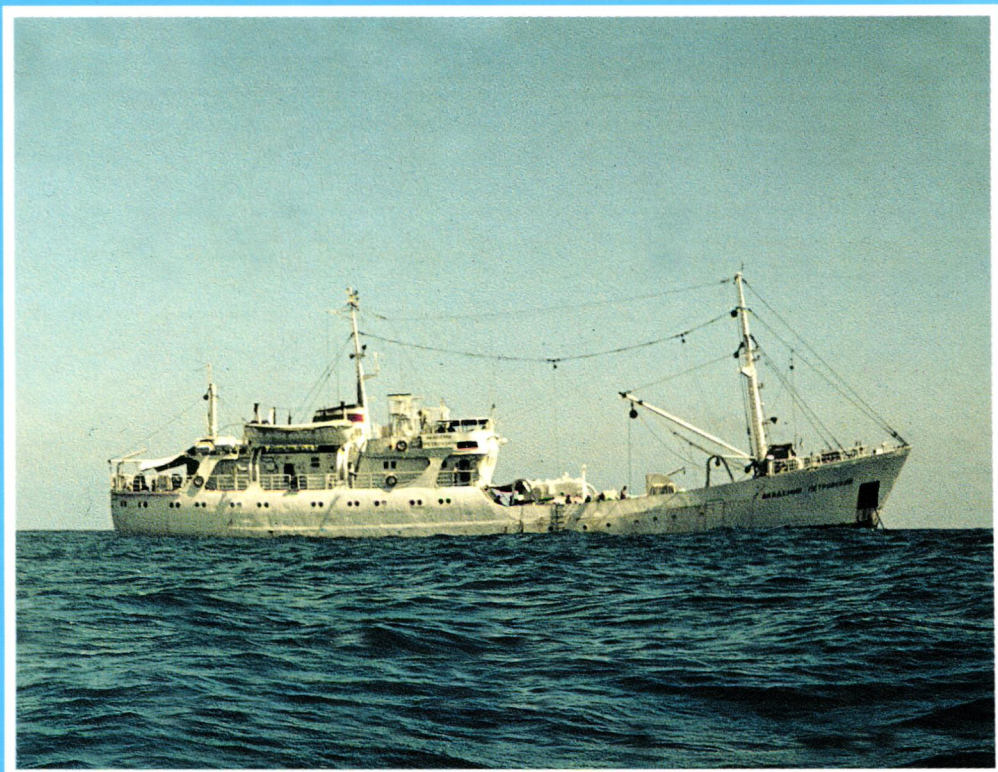


Ю. Н. Гурский

ГЕОХИМИЯ
ЛИТОГИДРОСФЕРЫ
ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ

Том 1



Ю. Н. Гурский

**ГЕОХИМИЯ ЛИТОГИДРОСФЕРЫ
ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ**

Том 1

**Методы изучения и процессы формирования химического состава
иловых вод в отложениях Черного, Азовского, Каспийского,
Белого, Балтийского морей**

Ответственный редактор
академик РАН А.П. Лисицын

Москва
ГЕОС
2003

УДК 563.12
ББК 26.301
Г 95

**Гурский Ю.Н. Геохимия литогидросферы внутренних морей. Том 1. Методы изучения и процессы формирования химического состава иловых вод в отложениях Черного, Азовского, Каспийского, Белого, Балтийского морей – М.: ГЕОС. 2003. – 332 с.
ISBN 5-89118-332-3**

Монография является первым крупным обобщением оригинальных и литературных материалов по химическому составу иловых-поровых вод, представляющих литогидросферу - водную фазу литосферы внутренних морей. Основной материал собран автором с сотрудниками и студентами кафедры геохимии геологического факультета МГУ в морских экспедициях. В тысячах проб из колонок донных отложений Черного, Азовского, Каспийского, Балтийского, Белого, Баренцева морей исследован макросостав придонной и иловой воды, распределение в них биогенных и микроэлементов, а также величин рН и Eh. Комплексные работы на полигонах включали детальное изучение вещественного состава осадков, органического вещества в жидкой и твердой фазах, в ряде случаев – газового и изотопного состава.

На основе генетических критериев, факторного анализа и диаграммы природных вод выявлена роль сульфатредукции, катионного обмена и других процессов в системе иловая вода–осадок, установлены закономерности метаморфизации иловых-поровых вод в колонках и скважинах. Показано, что состав этих вод можно использовать для палеохимических реконструкций лишь при сохранении относительно стабильной седиментогенной обстановки в отложениях. В их химическом составе находят отражение явления эпигенеза, связанные с субмаринной разгрузкой вод разной солёности, вулканизмом, колебаниями уровня моря, лавинной седиментацией. Генеральным направлением преобразования химического состава морской литогидросферы является процесс прямой метаморфизации захороненной в отложениях морской воды с формированием поровых вод хлор-кальциевого типа. Локальные проявления обратной метаморфизации связаны с грязевым вулканизмом, разгрузкой пресных вод и активизацией биогенного процесса при антропогенных загрязнениях.

Для морских геологов, геохимиков, гидрохимиков, экологов. Может служить учебным пособием для студентов и магистрантов по курсам "морская геохимия", "геохимия природных вод" и другим курсам, связанным с морской специализацией в ВУЗах.

Публикуется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 02-05-78059).

Gursky, Yu.N. Geochemistry of Lithohydrosphere of Inland Seas. Vol. 1. Methods of study and the processes of formation of the chemical composition of interstitial waters in the bottom sediments from the Black, Azov, Caspian, Baltic, White and Barents seas – Moscow: GEOS, 2003. – 332 p.

The monograph is the first sweeping generalization of original and published materials on chemical composition of interstitial waters representing the lithohydrosphere - water phase of the lithosphere of inland seas. The bulk of material was collected by the author together with collaborators and students of Department of Geochemistry, Faculty of Geology of Moscow State University in marine expeditions. Macrocomposition of near-bottom and interstitial waters, distribution of biogenic and microelements, as well as pH and Eh in them were studied in thousands of samples from cores of bottom sediments from the Black, Azov, Caspian, Baltic, White and Barents seas. Complex works in marine areas included detailed investigations of substantial composition of sediments, organic matter in liquid and solid phases, and, in a number of cases, of gas and isotope compositions.

On the basis of genetic criteria, factor analysis, and diagram of natural water, there the role of sulphate reduction, cation exchange, and other processes in the water-sediment system was revealed, and the regularities of metamorphization of interstitial waters in cores and wells were established. It is shown that data on composition of these waters can be used for paleochemical reconstructions only on the assumption of preservation of relatively stable sedimentation conditions in sediment. The phenomena of epigenesis, related to submarine discharge of waters with variable salinity, volcanism, sea-level fluctuations, and avalanche sedimentation are reflected in chemical composition of these waters. The process of direct metamorphization of water, buried in sediments, with the formation of interstitial water of chlorine-calcium type is the general trend of transformation of chemical composition of marine water. Local manifestations of inverse metamorphization are demonstrated by mud volcanism, fresh water discharge, and activation of biogenic process under conditions of anthropogenic pollution.

The monograph is intended for marine geologists, geochemists, hydrochemists, and ecologists. This may serve as a school-book for students and undergraduates in courses of "Marine Geochemistry", "Geochemistry of Natural Waters", and others, related to marine specialization in institutes of higher education.

The publication was supported by the Russian Foundation for Fundamental Research, project 02-05-78059.

ББК 36.301
ISBN 5-89118-332-3

© Гурский Ю.Н., 2003
© ГЕОС, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5	
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.		
ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЛОВЫХ ВОД В СИСТЕМЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ		12
Глава 1. ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ИЛОВЫХ ВОД	12	
1.1. основополагающие работы классиков и первых исследователей иловых вод	12	
1.2. Основные направления и результаты российских и зарубежных исследований иловых вод 50–70-х гг.	15	
1.3. Исследования химического состава поровых вод из скважин во внутренних морях и океане (Работы б/с "Гломар Челленджер")	17	
1.4. Исследования иловых вод в последние десятилетия XX в.	19	
Выводы	20	
Глава 2. МЕТОДЫ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	22	
2.1. Получение и первичная обработка проб в экспедиции	22	
2.1.1. Отбор проб придонной воды и осадков	22	
2.1.2. Потенциометрические измерения pH и Eh	22	
2.2. Методы и аппаратура для выделения и исследования иловых вод	23	
2.2.1. Изучение иловых вод без отделения от твердой фазы осадка	23	
2.2.2. Методы выделения иловых вод	23	
2.3. Методы изучения химического состава иловых вод	26	
2.3.1. Исторический аспект	26	
2.3.2. Определение главных ионов и биогенных элементов	27	
2.3.3. Определение микроэлементов	29	
2.3.4. Изучение компонентов растворенного органического вещества	31	
2.3.5. Методы изучения коллоидного органического вещества	32	
2.3.6. Методы изучения растворённых и сорбированных газов	32	
2.3.7. Изучение изотопного состава иловых вод	33	
2.4. Методы изучения твердой фазы донных отложений	33	
2.4.1. Изучение вещественного состава осадков и их стратиграфии	34	
2.4.2. Изучение химического состава осадков	34	
2.4.3. Методы изучения органического вещества	35	
2.4.4. Определение состава поглощенного комплекса осадков	36	
Выводы	37	
Глава 3. ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЙ МОРСКОЙ ЛИТОГИДРОСФЕРЫ	38	
3.1. Понятие литогидросферы и теоретические аспекты методологии	38	
3.1.1. Представление о литогидросфере	38	
3.1.2. Особенности методологии геологических исследований	40	
3.2. Принципы отбора и обработки материалов	42	
3.2.1. Комплексный подход к изучению системы донных отложений	42	
3.2.2. Метод фациальных профилей и полигонный метод морских геохимических исследований	43	
3.3. Оценка факторов, влияющих на состав иловой воды в процессе ее получения и анализа	43	
3.3.1. Давление отпрессовывания	43	
3.3.2. Температура	49	
3.3.3. Время и условия хранения проб	51	
3.4. Способы обработки и представления аналитических результатов	54	
3.4.1. Диаграмма основных химических типов природных вод	54	
3.4.2. Математические и графические методы обработки данных	56	
Выводы	58	
ЧАСТЬ ВТОРАЯ.		
РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЛОВЫХ ВОД В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ		60
Глава 4. ЧЕРНОЕ МОРЕ	60	
4.1. Общая характеристика водоема	60	
4.1.1. Географические, геологические, гидрологические и гидрохимические особенности	61	
4.1.2. Стратиграфия, литология и геохимия донных отложений	63	

4.1.3. Состав, распределение и процессы преобразования органического вещества в отложениях.....	66
4.2. Региональные особенности химического состава иловых вод	70
4.2.1. Северо-западный район Черного моря.....	70
4.2.2. Южное побережье Крымского полуострова (Ялтинский полигон)	90
4.2.3. Таманский полигон и Керченский пролив.....	106
4.2.4. Восточное и юго-восточное побережье. Рионский полигон.....	115
4.2.5. Юго-западные и западные районы Черного моря.....	136
4.2.6. Глубоководная впадина Черного моря	142
4.3. Химический состав поровых вод Черного моря по данным глубоководного бурения	145
4.3.1. Хлор, бром, йод и соленость.....	148
4.3.2. Сульфаты и щелочной резерв.....	151
4.3.3. Состав катионов (Na, K, Ca, Mg, NH ₄).....	151
4.4. Общие закономерности формирования химического состава вод современной и ископаемой литогидросферы Черного моря.....	152
4.4.1. Хлор и суммарная минерализация	152
4.4.2. Процессы метаморфизации.....	155
4.4.3. Поведение биогенных элементов.....	159
4.4.4. Закономерности распределения микроэлементов.....	161
4.4.5. Состав растворенного органического вещества.....	166
4.4.6. Особенности состава растворенных и сорбированных газов	172
Выводы.....	175
Глава 5. АЗОВСКОЕ МОРЕ.....	179
5.1. Общая характеристика водоема.....	179
5.1.1. Гидрологические, гидрохимические, геологические особенности.....	179
5.1.2. История осадконакопления и состав донных осадков.....	179
5.2. Химический состав придонных и иловых вод Азовского моря.....	179
5.2.1. Характеристика изученного материала.....	180
5.2.2. Южная и центральная части моря. Темрюкский полигон	180
5.2.3. Северная часть моря. Таганрогский залив.....	196
5.3. Общие закономерности формирования химического состава иловых вод в отложениях Азовского моря.....	199
5.3.1. Распределение хлора и суммарной минерализации.....	199
5.3.2. Особенности развития биогенного процесса.....	200
5.3.3. Состав катионов и процессы метаморфизации	201
Выводы.....	202
Глава 6. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ.....	204
6.1. Общая характеристика водоема.....	204
6.1.1. Геологические, гидрологические, гидрохимические особенности	204
6.1.2. Литология, стратиграфия, абсолютный возраст донных осадков	205
6.2. Химический состав иловых вод Каспийского моря.....	209
6.2.1. Северный Каспий.....	209
6.2.2. Средний Каспий. Мангышлакский полигон.....	223
6.2.3. Южный Каспий	232
6.2.4. Состав поровых вод по данным бурения на шельфе ЮЗ Каспия.....	246
6.3. Общие закономерности формирования химического состава иловых и поровых вод Каспийского моря.....	250
Выводы.....	253
Глава 7. БЕЛОЕ, БАРЕНЦЕВО МОРЕ	257
7.1. Общая характеристика водоемов.....	257
7.1.1. Климатические, гидрологические, гидрохимические особенности.....	257
7.1.2. История осадкообразования и состав донных отложений.....	259
7.1.3. Величины pH и Eh.....	260
7.2. Химический состав иловых и придонных вод.....	260
7.2.1. Хлор и суммарная минерализация	260
7.2.2. Сульфаты и щелочной резерв	264
7.2.3. Состав катионов	264
7.2.4. Биогенные элементы.....	270
7.2.5. Формы бора в системе: иловая вода - осадки Баренцева моря	270
7.3. Общие закономерности формирования химического состава иловых вод Белого и Баренцева морей.....	272

Выводы.....	274
Глава 8. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ.....	276
8.1. Общая характеристика водоема.....	276
8.1.1. Геологические, гидрологические, гидрохимические особенности	276
8.1.2. История осадкообразования и литология донных отложений.....	278
8.1.3. Особенности химического состава изученных осадков.....	279
8.2. Химический состав придонных и иловых вод Балтийского моря	280
8.2.1. "Вековой" профиль Копенгаген–Санкт-Петербург	283
8.2.2. Юго-восточный район. Клайпедский полигон.....	284
8.2.3. Центральные районы моря. Готландская и другие впадины.....	292
8.2.4. Рижский залив.....	293
8.3. Общие закономерности формирования химического состава иловых вод Балтийского моря.....	296
8.3.1. Региональные и вертикальные изменения в распределении С1 и ΣМ.....	296
8.3.2. Процессы метаморфизации вод и факторный анализ данных.....	298
8.3.3. Распределение биогенных элементов и микроэлементов.....	301
8.3.4. Изотопный состав кислорода иловой воды	303
Выводы.....	304
ПОСЛЕСЛОВИЕ.....	306
ЛИТЕРАТУРА.....	308
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	322