

**ОХРАНА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

---

***В.А. МИРОНЕНКО  
В.Г. РУМЫНИН***

# **ПРОБЛЕМЫ ГИДРО- ГЕОЭКОЛОГИИ**

**том 2**

**ОПЫТНО-МИГРАЦИОННЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

*Издание 2-е, стереотипное*

**МОСКВА**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

---

**2 0 0 2**



УДК 622:502

Издание осуществлено при поддержке Российского Фонда  
фундаментальных и прикладных исследований по проекту 98-05-78006

**Мироненко В.А., Румынин В.Г.** Проблемы гидрогеоэкологии. В 3-х т.  
Т. 2. Опыт-миграционные исследования. — 2-е изд., стер. — М.: Изда-  
тельство Московского государственного горного университета, 2002. —  
394 с. ISBN 5-7418-0123-4

В монографии рассматриваются теоретические основы миграционных процессов, раз-  
рабатываются концептуальные (на базе исследования краевых задач) модели массопереноса  
в типовых гетерогенных водоносных системах с учетом физико-химических преобразований  
вещества; обосновываются эффективные алгоритмы решения миграционных задач метода-  
ми математического (численного) моделирования; излагаются методы планирования и рас-  
четные схемы интерпретации полевых индикаторных опробований; развиваются количест-  
венные подходы к постановке и обработке данных мониторинга качества подземных вод на  
участках их техногенного загрязнения; обосновываются модели для прогнозирования ми-  
грации высокоплотных солевых растворов, нефтепродуктов, радионуклидов и некоторых  
других веществ и компонентов, представляющих угрозу для подземной гидросферы на уча-  
стках загрязнения; оценивается эффективность различных методов реабилитации качества  
подземных вод; обосновываются водоохранные мероприятия, рассматриваются особенно-  
сти практической реализации предлагаемых исследований авторов на различных объектах  
(горнодобывающие районы, водозаборы подземных вод, участки складирования высоко-  
токсичных, в том числе радиоактивных, отходов, атомные электростанции и др.).

УДК 622:502

ISBN 5-7418-0123-4

© В.А. Мироненко, В.Г. Румынин, 1999

© Издательство МГГУ, 1999

© В.А. Мироненко, В.Г. Румынин, 2002

© Издательство МГГУ, 2002

## ТОМ 2

Введение .....	28
----------------	----

<b>ЧАСТЬ 5</b>	<b>Опытно-миграционные опробования в водоносных пластах .....</b>	<b>33</b>
----------------	---	-----------

<b>Глава 12. Анализ эффективности лабораторных экспериментов как альтернативы опытным опробованиям .....</b>	<b>34</b>
--	-----------

12.1. Общие положения и предпосылки к дифференциации экспериментальных схем .....	34
---	----

12.2. Определение параметров сорбции и ионного обмена .....	37
---	----

12.3. Изучение диффузионных параметров .....	43
--	----

<b>Глава 13. Анализ целесообразных схем и условий постановки опытно-миграционных опробований .</b>	<b>49</b>
--	-----------

13.1. Общие представления об индикаторных экспериментах.....	49
--	----

13.1.1. Задачи и направленность индикаторных опробований (ИО) .....	49
---	----

13.1.2. Сравнительная характеристика основных экспериментальных схем.....	52
---	----

13.2. Взаимоотношение опытно-миграционных опробований с другими видами работ при гидрогеологической разведке .....	57
--	----

13.3. О масштабных эффектах и целесообразных условиях проведения ОМО .....	61
--	----

Глава 14. Обоснование расчетных моделей для опытно-миграционных опробований .....	69
---	----

14.1. Исходные предпосылки схематизации и основные аналитические решения .....	69
--	----

14.1.1. Исходные предпосылки к построению расчетных моделей .....	69
---	----

14.1.2. Общая математическая постановка задачи миграции в плоскорадиальном потоке .....	73
---	----

14.1.3. Особенности математического описания миграции индикатора при дуплетном опробовании квазигомогенных пород .....	75
--	----

14.1.4. О возможном несоответствии структуры миграционного потока модельным представлениям .....	81
--	----

14.2. Частные решения для квазигомогенных сред ....	87
---	----

14.2.1. Приближенные решения для плоскорадиальной миграции и их сравнительная характеристика .....	87
--	----

14.2.2. Представление решений для дуплетного опробования .....	90
--	----

14.2.3. Решение для индикаторных опытов при откачке .....	91
---	----

14.2.4. Односкажинный эксперимент .....	93
---	----

14.3. Частные решения для макронеоднородных пород .....	95
---	----

14.3.1. О расчетных схемах для опытов в комплексах стратифицированных пород.....	95
14.3.2. Решение радиальных задач переноса в пласте гетерогенных трещиновато-пористых пород .....	99
14.3.3. Тепловое воздействие на трещиноватый пласт.....	105
14.3.4. Представление решений для дуплетного опробования.....	109
14.3.5. О расчетных оценках при индикаторных опытах с откачкой.....	112
14.3.6. Решения для односкважинной схемы опробования.....	113
14.4. Анализ гидрохимической инерционности наблюдательных скважин .....	116
14.5. Гидрохимическая инерционность запускных скважин, используемых в опытах при откачках .....	121
14.6. Исследование некоторых задач индикаторного опробования на математических моделях .....	123
14.6.1. Оценка эффективности дуплетного индикаторного опробования водоносных пластов .....	123
14.6.2. О надежности интерпретации односкважинных трассерных экспериментов .....	135
 Глава 15. Планирование и проведение опытно-миграционных опробований .....	144
 15.1. Рекомендации к планированию общей схемы миграционного эксперимента и опытного куста .....	145

15.1.1. Предпосылки к выбору опытных участков и схем опробования .....	145
15.1.2. Предварительное обоснование пространственно-временного масштаба опробования.....	147
15.1.3. Обоснование интервалов опробования и конструкций скважин .....	150
15.1.4. Стохастическая интерпретация практических рекомендаций.....	154
15.1.5. Об информации, привлекаемой к планированию ОМО.....	157
15.2. Предпосылки и выбору индикатора.....	159
15.3. Расчетное обоснование опытной схемы с выбором контролирующих показателей и дополнительных трассеров .....	165
15.4. Проведение индикаторных опробований .....	174
15.4.1. Предварительное опробование скважин опытно-миграционных кустов.....	174
15.4.2. Запуск трассера и наблюдения за его миграцией .....	178
 Глава 16. Интерпретация индикаторных опробований.....	 181
16.1. Диагностика опытных результатов и выбор расчетной модели .....	181
16.1.1. Комплексы пористых пород.....	181
16.1.2. Комплексы трещиноватых пород .....	183
16.2. Методика количественной интерпретации и анализа опытных результатов .....	189
16.2.1. Опыты в квазигомогенных средах .....	189

16.2.2. Опыты в гетерогенных средах.....	194
16.2.3. Анализ чувствительности индикаторных кривых.....	200
16.2.4. О привлечении математических моделей к планированию и интерпретации ОМО .....	204
16.3. Примеры интерпретации индикаторных опробований.....	205

ЧАСТЬ 6	Опытно-миграционные наблюдения (ОМН) в водоносных пластах .....	218
---------	---	-----

Глава 17. Задачи и условия проведения ОМН.....	218
17.1. Роль и задачи ОМН .....	218
17.2. Типизация условий проведения ОМН .....	221

Глава 18. Принципы и методы теоретического анализа в связи с интерпретацией опытно-миграционных наблюдений .....	229
--	-----

18.1. Миграция трассеров от поверхностных источников загрязнения .....	230
18.1.1. Профильные модели для гетерогенных систем.....	230
18.1.2. Плано-двумерные квазигомогенные модели преноса (для ореолов рассеяния) .....	235
18.1.3. Значение и учет структуры фильтрационного поля.....	237
18.1.4. Значение погрешностей наблюдений .....	239

<b>18.2. Миграция реальных стоков от поверхностных источников загрязнения .....</b>	<b>242</b>
18.2.1. Общий подход к построению расчетных моделей .....	242
18.2.2. Простейшие схемы интерпретации данных наблюдений за миграцией стоков .....	245
18.2.3. Особенности анализа условий миграции разноплотностных жидкостей .....	249
 <b>Глава 19. Постановка и методика проведения опытно-миграционных наблюдений.....</b>	<b>254</b>
 19.1. Общие положения .....	254
19.2. Принципы размещения пунктов гидрохимического контроля в водоносных пластах .....	257
19.2.1. Загрязнение от поверхностных источников .....	258
19.2.2. Загрязнение от подземных бассейнов некондиционных вод .....	264
19.3. О дополнительных требованиях к оборудованию наблюдательных скважин .....	267
19.4. Гидрохимическое опробование при наблюдениях и его достоверность .....	278
19.4.1. Показатели, контролирующие качество подземных вод .....	278
19.4.2. О требованиях к качеству гидрохимического опробования.....	280
19.5. Изучение миграции минерализованных стоков методами поверхностной геофизики .....	284

<b>ЧАСТЬ 7</b>	<b>Опытное изучение условий фильтрации индикаторными методами в связи с оценкой процессов загрязнения подземных вод.....</b>	<b>291</b>
----------------	--	------------

**Глава 20. Использование индикаторных методов при опытно-фильтрационных опробованиях.....291**

<b>20.1. Использование индикаторов для детализации фильтрационного процесса при опытных откачках (нагнетаниях) .....</b>	<b>293</b>
20.1.1. Предварительное опробование индикаторными методами скважин опытно-фильтрационных кустов.....	293
20.1.2. Изучение профиля проницаемости водоносного пласта .....	296
20.1.3. Изучение раскрытия индивидуальных трещин.....	301
20.1.4. Об эффективности фильтрационного опробования пластов по дуплетной схеме .....	302
20.1.5. Оценка плановой фильтрационной анизотропии .....	306
20.1.6. Об использовании естественных трассеров.....	308
<b>20.2. Использование трассеров при изучении опытными опробованиями вертикальной проницаемости и профильной фильтрационной анизотропии .....</b>	<b>309</b>