

Е.В. Веницианов
А.П. Лепихин

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
МИГРАЦИИ
И ТРАНСФОРМАЦИИ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ**

Екатеринбург 2002

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАМСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
(ФГУП КамНИИВХ)

Е.В. Веницианов

А.П. Лепихин

**Физико-химические основы
моделирования миграции
и трансформации
тяжелых металлов в природных водах**

Под научной редакцией
А.М. Черняева

Екатеринбург 2002

УДК 556.113:556.114:547

В 29

Веницианов Е.В., Лепихин А.П. Физико-химические основы моделирования миграции и трансформации тяжелых металлов в природных водах / *Под науч. ред. А.М. Черняева; ФГУП КамНИИВХ.* – Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002. – 236 с.

Монография посвящена исследованию многообразных форм тяжелых металлов и их изменчивости под влиянием природных физико-химических и биохимических процессов в природных водах, а также изучению экологической роли этих форм.

Сделан обзор работ, появившихся за последние 10–15 лет по вышеуказанной тематике. Большое внимание уделено математическому моделированию динамики тяжелых металлов в природных водах и даны конкретные приложения моделей для решения практических задач, в том числе для нормирования антропогенных нагрузок.

Монография предназначена для специалистов, занимающихся проблемами физико-химической гидрологии, водного хозяйства, экологии, а также будет полезна студентам высших учебных заведений соответствующих специальностей.

© Веницианов Е.В., Лепихин А.П., 2002

© Издательство РосНИИВХ, 2002

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
ЧАСТЬ 1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ	9
Введение	9
Глава 1. Источники поступления металлов в водные объекты	12
1.1. Общие сведения	12
1.2. Атмосферный перенос и осадки	21
1.3. Промышленные и коммунальные сточные воды	22
1.4. Шахтные воды	23
1.5. Неточечные (распределенные) источники	23
1.6. Другие источники	24
Глава 2. Фазовые состояния тяжелых металлов и методы их анализа	25
2.1. Общие сведения	25
2.2. Анализ форм металлов	30
Глава 3. Физико-химические процессы, регулирующие трансформацию тяжелых металлов в природных водах	45
Глава 4. Математическое моделирование процессов миграции и трансформации тяжелых металлов в водных объектах	83
4.1. Концептуальная модель динамики взаимодействующего компонента в природных водах	83
4.2. Кинетика массопереноса в водной фазе и донных осадках	87
Список литературы	100
ЧАСТЬ 2. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ВОПРОСЫ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ИХ СБРОСОВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ	117
Глава 1. Моделирование переноса загрязняющих веществ в естественных водных объектах	117

1.1. Общие методические подходы к описанию процессов переноса	117
1.2. Прикладные модели переноса	124
1.2.1. Одномерная модель	126
1.2.2. Двухмерная модель	128
1.2.3. Трехмерное стационарное уравнение турбулентной диффузии с априорно задаваемыми гидравлическими характеристиками потока	140
Глава 2. Особенности построения моделей миграции гетерофазнонеконсервативных поллютантов	143
2.1. Анализ и оценка основных сорбционных параметров	143
2.2. Анализ общей структуры моделей миграции гетерофазнонеконсервативных поллютантов	154
2.3. Некоторые частные модели миграции гетерофазнонеконсервативных поллютантов в водотоках	165
2.3.1. Модели, используемые для случая доминирующего влияния донных отложений	165
2.3.1.1. Квазистационарные модели	166
2.3.1.2. Нестационарные модели	171
2.3.2. Модели, используемые для случая доминирующего влияния взвешенных наносов	177
Глава 3. Особенности формирования экстремально высоких концентраций тяжелых металлов в водных объектах	187
3.1. Анализ внутриводоемных факторов	187
3.2. Анализ внешних факторов	189
Глава 4. Особенности построения статистических функции распределения содержания ТМ в воде водных объектов	191
Глава 5. Проблема регламентации сброса и оценки «фонового» содержания тяжелых металлов в водотоках	205
Список литературы	227