

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

И.Л. ХРАНОВИЧ

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ.
ПОТОКОВЫЕ МОДЕЛИ**

МОСКВА
“НАУЧНЫЙ МИР”

2001

ОБРАЗЕЦ

УДК 556.18:626/628

ББК 22.253

X89

Хранович И.Л.

X89 **Управление водными ресурсами. Поточковые модели.** – М.: Научный мир, 2001.
– 296 с.

ISBN 5-89176-136-X

Монография посвящена проблемам рационального использования водных ресурсов и управления их качеством. В ней рассмотрена методология и аппарат потокового моделирования управления водно-ресурсными системами (ВРС). Представлены потоковые модели функционирования и развития без учёта и с учётом качества водных ресурсов в непрерывном и дискретном времени с различной детальностью учитывающие особенности ВРС. Модели, в которых качество водных ресурсов в явном виде не представлено, образуют класс моделей управления транспортными, энергетическими, информационными, технологическими и другими потоковыми системами. Модели, описывающие рациональное использование водных ресурсов и управление их качеством, не имеют аналогов в других системах; они образуют самостоятельный класс моделей. Рассмотрены свойства и методы решения задач оптимального управления и математического программирования, которыми описываются модели. Описаны процедуры взаимодействия моделей в обосновании стратегий развития и режимов функционирования ВРС.

Для специалистов, связанных с изучением и использованием водных ресурсов, а также для аспирантов и студентов соответствующего профиля.

УДК 556.18:626/628

ББК 22.253

Ответственный редактор

Академик РАН И.П. Дружинин

Рецензенты:

Доктор физико-математических наук *А.Г. Агасандян*

Доктор технических наук, профессор *Г.Х. Исмайлов*

Khranovich I.L.

Management of water resources. Flow models. – Moscow, Scientific World, 2001. – 296 p.

The monograph is dedicated to problems of rational use of water resources and control of their quality. The methodology and techniques of flow simulation of water-resource systems (WRS) control is reviewed. The flow models of operation and development without and with taking into account of quality of water resources in continuous and discrete time with different details description of features WRS are shown. Models, in which one the quality of water resources in a evident view is not submitted, will form the class of models of control transport, power, information, technological and other flow systems. The models describing rational use of water resources and control by their quality, have no analogies in other systems; they will derivate the independent class of models. The properties and methods of problem solving of optimum management and mathematical programming are reviewed, which one describe models. The models interaction procedures in the substantiation of development strategies and modes of operation WRS are described.

The monograph is intended for the specialists, deal with analysis and use of water resources, and also for the post-graduate students and students of the conforming profile.

ISBN 5-89176-136-X

© Хранович И.Л., 2001

© Научный мир, 2001

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Глава 1. Проблемы управления водно-ресурсными системами.	
Потоковый подход к их анализу	12
1.1. Водно-ресурсные системы – динамические системы	12
1.2. Проблемы рационального использования водных ресурсов и управления их качеством	15
1.3. Потокое моделирование	17
Глава 2. Сеть водно-ресурсной системы	23
2.1. Потокое формализм	24
2.2. Функции эффективности использования водных ресурсов	31
Глава 3. Потокое модели	42
3.1. Оптимальное функционирование	42
3.2. Выбор оптимальных параметров	45
3.3. Оптимальное развитие	48
3.4. Свойства моделей	50
3.5. Методы решения	61
Глава 4. Модели использования водных ресурсов и управления их качеством	65
4.1. Оптимальное функционирование	67
4.2. Выбор оптимальных параметров	70
4.3. Оптимальное развитие	73
4.4. Существование решений	75
4.5. Метод решения	76
4.6. Влияние возмущений исходных данных	83
4.7. Сходимость конечно-разностной аппроксимации	86
Глава 5. Расширение потокое моделей	87

Глава 6. Взаимодействие моделей	90
6.1. Взаимодействие потоковых моделей. Без учёта качества водных ресурсов	91
6.2. Взаимодействие потоковых моделей. С учётом качества водных ресурсов	105
6.3. Взаимодействие зональной и потоковой моделей	117
Глава 7. Потоковые модели водно-ресурсной системы Терско-Кумского региона	127
7.1. Водохозяйственные проблемы региона	127
7.2. Выбор параметров, режимов, гарантированной отдачи и надёжности водно-ресурсной системы региона	130
7.3. Модель выбора параметров водохранилищ бассейна Терека, обеспечивающих жёсткий график водоотдачи	150
Глава 8. Последовательная декомпозиция задач оптимального функционирования. Правила управления водно-ресурсными системами	161
8.1. Оптимальное функционирование	163
8.2. Управление использованием водных ресурсов и их качеством	173
8.3. Декомпозиция расширенных задач	177
Глава 9. Модели совместного управления ресурсами поверхностных и подземных вод	181
9.1. Отображение месторождений подземных вод в потоковых моделях	183
9.2. Имитационная модель	190
Глава 10. Устойчивость водно-ресурсных систем	197
Глава 11. Обоснование величин предельно допустимых сбросов в водные объекты	202
11.1. Математическая модель	203
11.2. Предельно допустимые сбросы и их надёжность	208
Глава 12. Водно-ресурсная система как активная потоковая система	211
12.1. Структура управления	212
12.2. Базовая модель	213
12.3. Согласование решений	215
Глава 13. Потоковые модели и страхование риска водопользования	218
13.1. Механизм страхования	220
13.2. Влияние страхования на водопользование в Терско-Кумском регионе	222
Глава 14. Аналогия между оптимальными потоками водных ресурсов и токами электрической цепи	225
14.1. Электрическая цепь	226

14.2. Экстремальное свойство электрической цепи постоянного тока	227
14.3. Модель прямой аналогии оптимального функционирования водно-ресурсной системы в дискретном времени	230
14.4. Кинетический потенциал и вариационный множитель электрической цепи	233
14.5. Модель прямой аналогии оптимального функционирования водно-ресурсной системы в непрерывном времени	240
Приложение I. Схема ветвей и границ решения многоэкстремальных задач	244
I.1. Схема ветвей и границ	246
I.2. Обобщенно сепарабельное программирование	247
Приложение II. Выпуклые оболочки обобщенно сепарабельных функций	254
II.1. Некоторые свойства выпуклых оболочек	254
II.2. Построение выпуклой оболочки функции двух переменных ...	256
Приложение III. Участки эффективности элементов в выборе оптимальных вариантов	258
III.1. Преобразование задач	259
III.2. Участки эффективности выбора параметров водно- ресурсной системы	261
Приложение IV. Оценка эффективности использования водных ресурсов в оросительных системах	265
IV.1. Математическая модель	267
IV.2. Аппроксимация модели	274
IV.3. Эталонная производственная функция	277
IV.4. Модель оценки эффективности режимов орошения	279
Литература	284