

26-3257

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

**А.А. ТКАЧЕВ  
Ю.Г. ИВАНЕНКО  
В.В. ЗАРУБИН**

26-03257

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ  
НА МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ  
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени  
А.К. Кортунова - филиал федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Донской государственный аграрный университет»

**А.А. ТКАЧЕВ**  
**Ю.Г. ИВАНЕНКО**  
**В.В. ЗАРУБИН**

**УПРАВЛЕНИЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ  
НА МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ  
ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Новочеркасск  
Лик  
2024

УДК 626.824(02)

ББК 40.62я73

Т 48

**Рецензенты:** д-р техн. наук, профессор **Колганов А.В.**,  
д-р техн. наук, профессор **Косиченко Ю.М.**

Т 48 **Ткачев А.А.**

Управление водораспределением на магистральных каналах оросительных систем в современных условиях: монография / А.А. Ткачев, Ю.Г. Иваненко, В.В.Зарубин; Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.– Новочеркасск: Лик, 2024.– 180 с.  
ISBN 978-5-907708-63-1

В монографии рассматриваются вопросы управления водораспределением в современных условиях для различных условий эксплуатации оросительных магистральных каналов. Дается систематическое изложение основных вопросов неустановившегося движения воды в каналах, теория и способы расчёта на соответствующих примерах. Анализируется возможность проектирования системы автоматического управления технологическим процессом водораспределения с использованием ПИД-регуляторов при управлении по верхнему бьефу на примере Донского магистрального канала.

Предназначена для научных работников и специалистов, работающих в области гидротехники, мелиорации, охраны окружающей среды. Может быть полезна аспирантам и студентам старших курсов вузов.

*Ключевые слова:* способ активного управления водораспределением, уравнения Сен-Венана, неустановившееся движение воды, ПИД регулятор, оросительный магистральный канал.

УДК 626.824(02)

ББК 40.62я73

ISBN 978-5-907708-63-1

© Ткачев А.А., Иваненко Ю.Г., Зарубин В.В., 2024

© Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....  | 6  |
| <b>1 СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ<br/>В МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ<br/>СИСТЕМ</b> .....   | 9  |
| 1.1 История развития систем водораспределения. Основные<br>1.2 направления и этапы развития.....   | 9  |
| 1.2 Выявление связей уровня технического оснащения ОС с уровнем<br>технологического обеспечения управления<br>водораспределением и водоизмерением..... | 14 |
| 1.3 Информационно-вычислительные услуги по<br>информационному, математическому, технологическому и<br>программному обеспечениям.....                   | 17 |
| 1.4 Установившееся и неуставившееся течение воды в каналах<br>оросительных систем. математические модели.....  | 20 |
| 1.5 Локальное управления водораспределением в системах бьефов<br>каналов оросительных систем.....  | 27 |
| <b>2 РАСЧЁТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ И АЛГОРИТМЫ<br/>ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ДЛЯ<br/>РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ</b> .....                      | 30 |
| 2.1 Основные положения.....  | 30 |
| 2.2 Описание объекта исследований.....   | 31 |
| 2.3 Имитационные исследования переходных гидравлических<br>процессов в магистральных каналах ОС.....   | 33 |
| 2.4 Дифференциальные уравнения характеристик<br>неуставившегося течения воды в магистральном канале<br>с головной насосной станцией.....               | 35 |
| 2.4.1 Приведение дифференциальных уравнений в частных<br>производных Сен-Венана к обыкновенным дифференциальным<br>уравнениям характеристик.....       | 35 |
| 2.4.2 Численный метод решения дифференциальных<br>уравнений характеристик неуставившегося течения воды<br>в открытых руслах.....                       | 37 |
| 2.5 Аналитический метод решения дифференциальных уравнений<br>начальных характеристик неуставившегося течения воды<br>в открытых руслах.....           | 38 |
| 2.6 Аналитический метод решения дифференциальных уравнений<br>характеристик неуставившегося течения воды в открытых<br>руслах.....                     | 42 |
| 2.7 Краевые условия для Азовского магистрального канала.....   | 43 |
| 2.7.1 Створы возмущения.....   | 44 |
| 2.7.2 Створы отражения.....  | 45 |
| 2.7.3 Створы сопряжения.....   | 45 |
| 2.8 Математическое описание контроля и управления режимом<br>работы перегораживающих сооружений.....   | 47 |

|  |            |
|--|------------|
| 2.9 Обеспеченность данными и приведение расчётных участков естественных непризматических русел к призматическим.....   | 49         |
| <b>3 НАТУРНЫЕ И ИМИТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ТЕЧЕНИЯ НА АЗОВСКОМ МАГИСТРАЛЬНОМ КАНАЛЕ.....</b>   | <b>51</b>  |
| 3.1 Цель проведения натуральных и имитационных исследований динамических гидравлических процессов.....   | 51         |
| 3.2 Натурные и имитационные исследования установившегося течения воды на Азовском магистральном канале.....  | 53         |
| 3.3 Натурные и имитационные исследования неуставившегося течения воды на Азовском магистральном канале.....  | 55         |
| <b>4 СПОСОБ АКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ В ОРОСИТЕЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ.....</b>   | <b>61</b>  |
| 4.1 Активное управление водораспределением в магистральных каналах с 75%-м водопотреблением с локальным регулированием уровней воды по верхнему бьефу перегораживающих сооружений....              | 61         |
| 4.2 Активное управление водораспределением в магистральных каналах с 85%-м водопотреблением с локальным регулированием уровней воды по верхнему бьефу перегораживающих сооружений...               | 72         |
| 4.3 Активное управление водораспределением в магистральных каналах с предельно обеспеченным (100%) водопотреблением с локальным регулированием уровней воды на перегораживающих сооружениях.....   | 82         |
| 4.4 Активное управление водораспределением в магистральных каналах с предельно обеспеченным (100%) водопотреблением без локального регулирования уровней воды на перегораживающих сооружениях..... | 92         |
| 4.5 Регулирование с перетекающими объёмами на примере Пригородной оросительной сети г.Краснодара.....  | 101        |
| 4.6Использование резервных ёмкостей каналов в процессе реализации активного способа управления водораспределением на Азовском магистральном канале.....  | 107        |
| <b>5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ.....</b>  | <b>121</b> |
| 5.1Современные проблемы в управлении водораспределением в магистральных каналах оросительных систем.....   | 121        |
| 5.2 Основные направления реконструкции сооружений оросительных системах.....   | 130        |
| 5.2.1 Снижение негативного влияния на окружающую среду при реконструкции водохранилищных гидроузлов.....   | 130        |
| 5.2.2 Современные методы и направления реконструкции оросительных систем.....  | 134        |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.3 Основные стадии автоматизации процесса водораспределения на оросительных системах при реконструкции оросительных систем.....   | 142 |
| 5.3 Выявление связей уровня технического оснащения ОС с уровнем технологического обеспечения управления водораспределения.....   | 147 |
| 5.4 Анализ возможности проектирования системы автоматического управления технологическим процессом водораспределения с использованием ПИД-регуляторов при управлении по верхнему бьефу в Донском магистральном канале..... | 149 |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....  | 160 |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....  | 161 |