

УДК 628.1  
ББК 38.761.1  
А47

*Рецензенты:*

доктор технических наук, профессор *Л.С. Скворцов*, действительный член РАЕН;  
доктор технических наук, профессор *В.И. Баженов*,  
исполнительный директор ЗАО «Водоснабжение и водоотведение»;  
кандидат технических наук, доцент *А.П. Андрианов*,  
доцент кафедры водоснабжения и водоотведения НИУ МГСУ

**Алексеев, Евгений Валерьевич.**

А47 Моделирование систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : [учебник для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство] / Е.В. Алексеев, П.Д. Викулин, В.Б. Викулина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. — Электрон. дан. и прогр. (5,5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ — МГСУ, 2022. — Режим доступа : <http://lib.mgsu.ru/> — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-2956-4 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-2957-1 (локальное)

В учебнике рассмотрены основы моделирования процессов, связанных с системами водоснабжения и водоотведения. Образованы модели систем и описаны методы их изучения. Изложенные методы моделирования включают составление математического описания, выбор способа решения, программную реализацию модели и проверку адекватности модели реальному объекту.

Для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

*Учебное электронное издание*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИХ ИЗУЧЕНИЕ .....	7
1.1. Моделирование как метод познания окружающего мира.....	7
1.2. Система. Виды систем. Моделирование .....	7
1.3. Виды моделирования систем.....	8
1.3.1. Проблема выбора модели для моделирования .....	8
1.3.2. Физическое моделирование .....	9
1.3.3. Аналоговое моделирование.....	14
1.3.4. Имитационное моделирование.....	17
1.3.5. Дискретно-событийные имитационные модели .....	18
1.3.6. Другие подходы к синтезу имитационных моделей.....	21
1.4. Способы исследования систем.....	24
Вопросы для самоконтроля .....	27
2. ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ КАК ОСНОВА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	28
2.1. Метод обобщенных переменных.....	28
2.1.1. Виды подобия .....	28
2.1.2. Инварианты и критерии подобия .....	29
2.1.3. Автомодельность систем .....	31
2.1.4. Обобщенное критериальное уравнение .....	32
2.2. Теорема Букингема .....	33
Вопросы для самоконтроля .....	40
3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ.....	41
3.1. Основы процесса математического моделирования .....	41
3.2. Виды математических моделей .....	43
3.3. Создание математической модели .....	46
3.3.1. Постановка задачи.....	46
3.3.2. Анализ теоретических основ .....	47
3.3.3. Построение математической модели.....	48
3.3.4. Алгоритмизация математической модели .....	49
3.3.5. Параметрическая идентификация модели .....	51
3.3.6. Проверка адекватности математической модели.....	51
3.3.7. Моделирование изучаемой системы.....	53
3.3.8. Анализ полученной информации .....	55
Вопросы для самоконтроля .....	55
4. МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ.....	56
4.1. Основные понятия и определения статистического моделирования.....	56
4.2. Полный факторный эксперимент.....	60
4.2.1. Построение плана эксперимента.....	60
4.2.2. Планирование и реализация полного факторного эксперимента.....	70
4.2.3. Анализ результатов полного факторного эксперимента.....	75
Вопросы для самоконтроля .....	81
5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ В СООРУЖЕНИЯХ. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ.....	82
5.1. Основные понятия и определения структуры потоков .....	82

5.1.1. Экспериментальное определение показателей структуры потоков в сооружениях .....	82
5.1.2. Моделирование структуры течений в напорных водоводах .....	84
5.1.3. Моделирование равномерных течений в открытых каналах .....	85
5.1.4. Специальные вопросы моделирования .....	85
5.2. Модели структуры потоков в сооружениях .....	92
5.2.1. Общее представление о моделях структуры потока .....	92
5.2.2. Модель идеального вытеснения .....	93
5.2.3. Модель идеального смешения .....	95
5.2.4. Неидеальные модели потоков .....	97
5.2.5. Комбинированные модели потоков .....	101
Вопросы для самоконтроля .....	102
6. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ .....	103
6.1. Определение показателя использования объема сооружения .....	103
6.2. Определение эффективности проточного сооружения .....	104
6.3. Построение модели. Подобие центробежных насосов. Коэффициент быстроходности .....	107
Вопросы для самоконтроля .....	110
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	111
Библиографический список .....	112