

УДК 628.1  
ББК 38.761  
А47

Рецензенты:

профессор, доктор технических наук В. И. Баженов,  
исполнительный директор ЗАО «Водоснабжение и водоотведение»;  
профессор, доктор технических наук О. Г. Примин,  
заместитель генерального директора ОАО «МосводоканалНИИпроект»;  
профессор, доктор технических наук Л. С. Скворцов,  
председатель регионального отделения «Проблемы внедрения  
современных технологий» Российской академии естественных наук

### **Алексеев, Евгений Валерьевич**

А47 Основы моделирования систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Алексеев, В. Б. Викулина, П. Д. Викулин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 126 с.). — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2017. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10".

ISBN 978-5-7264-1641-0

Рассмотрены основы моделирования процессов, связанных с системами водоснабжения и водоотведения. Обрисованы модели систем и рассмотрены методы их изучения. На изложенном материале студенты учатся методам математического моделирования, которые применяются в системах водоснабжения и водоотведения. Эти методы включают составление математического описания, выбор способа решения, программную реализацию модели и проверку адекватности модели реальному объекту.

Для научных работников, архитекторов и инженеров в области градостроительного планирования реконструкции сложившейся жилой застройки 1950–1960-х гг., студентов, обучающихся по направлению 07.03.04 «Градостроительство», градостроителей, администрации поселений для управления реконструируемой жилой территорией, заказчиков-застройщиков, заинтересованных в инвестировании реконструкции жилой застройки.

УДК 628.1  
ББК 38.761

**Деривативное электронное издание на основе печатного издания:** Основы моделирования систем водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / Е. В. Алексеев, В. Б. Викулина, П. Д. Викулин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-7264-1058-6.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.**

ISBN 978-5-7264-1641-0

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Системы и методы их изучения .....	4
1.1. Система. Виды систем. Моделирование систем.....	4
1.2. Моделирование как метод познания окружающего мира.....	5
1.3. Виды моделирования систем.....	6
1.3.1. Выбор модели как основа процесса моделирования .....	6
1.3.2. Физическое моделирование .....	11
1.3.3. Аналоговое моделирование .....	17
1.3.4. Имитационное моделирование .....	21
1.4. Способы исследования систем .....	23
Вопросы для самопроверки .....	26
Глава 2. Теория подобия как основа физического моделирования.....	27
2.1. Метод обобщенных переменных.....	27
2.1.1. Виды подобия.....	27
2.1.2. Инварианты и критерии подобия.....	29
2.1.3. Автомодельность систем.....	32
2.1.4. Обобщенное критериальное уравнение.....	33
2.2. Основы теории размерностей .....	34
Вопросы для самопроверки .....	36
Глава 3. Математическое моделирование систем .....	37
3.1. Основы процесса математического моделирования .....	37
3.2. Виды математических моделей.....	40
3.3. Создание математической модели .....	44
3.3.1. Постановка задачи .....	44
3.3.2. Анализ теоретических основ .....	46
3.3.3. Построение математической модели .....	47
3.3.4. Алгоритмизация математической модели.....	48
3.3.5. Параметрическая идентификация модели.....	50
3.3.6. Проверка адекватности математической модели .....	51
3.3.7. Моделирование изучаемой системы .....	54
3.3.8. Анализ полученной информации.....	56
Вопросы для самопроверки .....	57

Глава 4. Методы статистического моделирования систем .....	57
4.1. Основные понятия и определения статистического моделирования .....	57
4.2. Полный факторный эксперимент .....	62
4.2.1. Построение плана эксперимента .....	62
4.2.2. Планирование и реализация полного факторного эксперимента .....	76
4.2.3. Анализ результатов полного факторного эксперимента .....	84
Вопросы и задания для самопроверки .....	88
Глава 5. Моделирование структуры потоков в сооружениях.....	89
5.1. Основные понятия и определения показателей потока .....	89
5.1.1. Экспериментальное определение показателей потока в сооружениях .....	89
5.1.2. Моделирование течений в напорных водоводах .....	91
5.1.3. Моделирование равномерных течений в открытых каналах.....	93
5.1.4. Специальные вопросы моделирования.....	93
5.2. Модели структуры потоков .....	102
5.2.1. Общие представления о моделях структуры потоков.....	102
5.2.2. Модель идеального вытеснения .....	102
5.2.3. Модель идеального смешения .....	106
5.2.4. Неидеальные модели потоков .....	108
5.2.5. Комбинированные модели потоков.....	113
Вопросы для самопроверки .....	114
Глава 6. Применение моделирования для решения инженерно-технологических задач водоснабжения и водоотведения .....	115
6.1. Определение показателя использования объема сооружения .....	115
6.2. Определение эффективности проточного сооружения.....	117
Вопросы для самопроверки .....	120
Библиографический список .....	121