

УДК 628.1
ББК 38.761

Рецензенты:

профессор, доктор технических наук *О.Г. Примин*,
заместитель генерального директора ОАО «МосводоканалНИИпроект»;
кандидат технических наук *И.Н. Жмаков*, профессор кафедры
водоотведения и водной экологии НИУ МГСУ

Дерюшев, Леонид Георгиевич.

Д36 Надежность сооружений систем водоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Г. Дерюшев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 278 с.). — Москва. : Издательство МИСИ—МГСУ, 2017. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10".

ISBN 978-5-7264-1572-7

Изложены основы теории вероятностей, математической статистики и теории надежности, которые применяются при решении задач по оценке и обеспечению надежности сооружений систем водоснабжения. Приведены примеры оценки надежности сооружений систем водоснабжения.

Для обучающихся строительных вузов, изучающих дисциплины по проектированию, строительству и эксплуатации сооружений систем водоснабжения и водоотведения.

УДК 628.1
ББК 38.761

Деривативное электронное издание на основе печатного издания: Надежность сооружений систем водоснабжения : учебное пособие / Л.Г. Дерюшев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — Москва. : Издательство МИСИ—МГСУ, 2015. — 280 с. — ISBN 978-5-7264-1069-2.

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 978-5-7264-1572-7

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Введение	4
Глава 1. Понятие надежности	6
1.1. Термины и определения надежности в теории водоснабжения.....	6
1.2. Закон распределения случайной величины	11
1.2.1. Законы распределения дискретных случайных величин	12
1.2.2. Законы распределения непрерывной случайной величины	17
1.2.3. Некоторые свойства функции распределения	18
1.3. Числовые характеристики случайных величин.....	19
1.3.1. Используемая терминология	19
1.3.2. Коэффициент вариации	23
1.3.3. Корреляция между двумя событиями	24
1.3.4. Коэффициент асимметрии $\sum t$ (или α_3).....	25
1.3.5. Коэффициент эксцесса E_x (или α_v)	26
Глава 2. Показатели надежности объектов водоснабжения	28
2.1. Формирование показателей надежности.....	28
2.2. Числовые характеристики.....	31
2.3. Законы надежности	36
2.3.1. Понятие о законах надежности	36
2.3.2. Экспоненциальный (показательный) закон	37
2.3.3. Нормальный закон	40
2.3.4. Нормально-экспоненциальный закон	41
2.3.5. Закон Вейбулла.....	42
2.3.6. Гамма-распределение	43
Глава 3. Надежность системы	45
3.1. Надежность систем с последовательно соединенными элементами	45
3.1.1. Понятие объекта в теории надежности	45
3.1.2. Стареющие элементы.....	53
3.1.3. Надежность восстанавливаемого элемента.....	55
3.2. Надежность системы при постоянном резервировании.....	57

3.3. Надежность системы при ненагруженном резервировании.....	60
3.4. Надежность невосстанавливаемой системы с независимыми элементами	62
3.4.1. Невосстанавливаемые системы	62
3.4.2. Последовательное соединение	64
3.4.3. Параллельное соединение	66
3.4.4. Комбинации последовательных и параллельных соединений	68
3.4.5. Модели зависимости элементов	76
3.4.6. Надежность восстанавливаемой системы с независимыми последовательно соединенными элементами	84
3.4.7. Марковские методы	92
3.4.8. Оценка надежности сложных восстанавливаемых систем	107
Глава 4. Сбор информации о надежности и проверка статистических гипотез	111
4.1. Требования к информации	111
4.2. Сведения о потоках отказов	112
4.3. Пуассоновские потоки	114
4.4. Выбор модели потока отказов.....	114
4.5. Сущность проверки статистических гипотез	120
4.6. Проверка гипотез о законе распределения.....	124
4.7. Выравнивание статистического распределения с использованием λ -критерия (критерия Колмогорова)	129
4.8. Проверка однородности наблюдений (исключения ошибок наблюдений)	132
4.9. Проверка гипотез о количественных характеристиках распределений случайных величин	134
4.9.1. Классификация параметрических гипотез	134
4.9.2. Проверка однородности дисперсий	134
4.10. Проверка гипотез о равенстве средних.....	141
4.11. Непараметрические статистические гипотезы.....	148
Глава 5. Примеры оценки надежности водопроводных сооружений.....	158
5.1. Элементы системы водоснабжения	158
5.2. Количественная оценка надежности природных источников.....	158

5.3. Оценка надежности трубопроводов.....	163
5.4. Оценка надежности технологических систем насосных станций	172
5.4.1. Проверка однородности данных о наработке на отказ насосных установок	172
5.4.2. Проверка гипотезы о распределении наработки на отказ насосной установки по закону Вейбулла	176
5.4.3. Определение статистических параметров потока отказов насосной установки	182
5.4.4. Проверка гипотезы о законе распределения времени восстановления насосной установки после отказа по закону Эрланга 2-го порядка.....	185
5.5. Структурная схема технологической системы насосной станции	189
5.5.1. Характеристика технологических систем насосных станций	189
5.5.2. Обоснование структурных схем надежности технологических систем насосных станций.....	189
5.5.3. Условия отказа технологических систем водопроводных насосных станций.....	191
5.5.4. Математическая модель надежности технологической системы насосной станции	191
Заключение	198
Библиографический список	199
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблицы математической статистики.....	201
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Технологические схемы насосных станций для примеров расчета.....	270