



С. А. Мартишин  
В. Л. Симонов  
М. В. Храпченко

# ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ



С.А. Мартишин, В.Л. Симонов,  
М.В. Храпченко

# ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов  
по университетскому политехническому образованию  
в качестве учебного пособия для студентов  
высших учебных заведений, обучающихся  
по направлению 230400  
«Информационные системы и технологии»*

Москва  
ИД «ФОРУМ» — ИНФРА-М  
2013

УДК 004.6(075.8)

ББК 32.973я73

М29

*Рецензенты:*

доктор технических наук, доцент,  
директор военного института при ФГБОУ ВПО г. Москвы  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)» *В.И. Гончаренко*;  
доктор технических наук, профессор кафедры моделирования  
информационных систем и сетей ФГБОУ ВПО г. Москвы «Российский  
государственный социальный университет» *В.А. Сизов*;  
доктор технических наук, профессор, научный руководитель  
ОАО «Институт электронных управляющих  
машин им. И.С. Брука» *Н.Л. Прохоров*

**Мартишин С.А., Симонов В.Л., Храпченко М.В.**

**М29** Основы теории надежности информационных систем : учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2013. — 256 с. : ил. — (Высшее образование).

ISBN 978-5-8199-0563-0 (ИД «ФОРУМ»)

ISBN 978-5-16-009040-5 (ИНФРА-М)

Пособие предназначено для получения теоретических и практических навыков при изучении дисциплин: «Проектирование информационных систем», «Надежность, эргономика и качество АСОИиУ», «Человеко-машинное взаимодействие», «Проектирование программного обеспечения АСОИиУ», «Базы данных». Также может быть использовано при изучении дисциплин: «Управление данными», «Технологии обработки информации», «Инструментальные средства информационных систем», «Методы и средства проектирования информационных систем и технологий».

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 230400 «Информационные системы и технологии», 230100 «Информатика и вычислительная техника» (специальность 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления»), 220400 «Управление в технических системах», а также 231000.62 «Программная инженерия», для аспирантов, специалистов в областях проектирования информационных систем, автоматизированной обработки информации и управления и человеко-машинного взаимодействия, а также для лиц, занимающихся самообразованием.

УДК 004.6(075.8)

ББК 32.973я73

ISBN 978-5-8199-0563-0 (ИД «ФОРУМ»)

ISBN 978-5-16-009040-5 (ИНФРА-М)

© Мартишин С.А., Симонов В.Л.,  
Храпченко М.В., 2013

© ИД «ФОРУМ», 2013

# Оглавление

---

---

Предисловие .....	3
Список сокращений .....	7
Введение .....	8
<b>Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ</b> ...	10
<b>Глава 2. СОСТАВЛЯЮЩИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ</b> .....	18
2.1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов .....	20
2.2. Показатели долговечности .....	24
2.3. Показатели сохраняемости .....	25
2.4. Показатели надежности восстанавливаемых объектов .....	25
2.5. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых объектов .....	28
<b>Глава 3. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ</b> .....	32
3.1. Связь между основными показателями надежности .....	32
3.2. Статистические методы вычисления показателей надежности .....	36
3.3. Определение параметров выбранного закона распределения .....	46
<b>Глава 4. ОСНОВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b> .....	49
4.1. Распределение непрерывных случайных величин .....	49
4.1.1. Нормальное и логарифмически-нормальное распределение .....	49
4.1.2. Распределение Вейбулла .....	56

---

4.1.3.	Распределение Релея . . . . .	57
4.1.4.	Экспоненциальное распределение . . . . .	58
4.2.	Распределение дискретных случайных величин . . . . .	63
4.2.1.	Биномиальное распределение и схема Бернулли . . . . .	64
4.2.2.	Распределение Пуассона . . . . .	65
4.3.	Стационарный пуассоновский поток отказов . . . . .	66
4.4.	Цепи Маркова . . . . .	71
4.4.1.	Определение марковского процесса . . . . .	71
4.4.2.	Дискретные цепи Маркова . . . . .	72
4.4.3.	Непрерывные цепи Маркова . . . . .	78
4.5.	Надежность системы с восстановлением . . . . .	81
<b>Глава 5.</b>	<b>СТРУКТУРНАЯ НАДЕЖНОСТЬ И СТРУКТУРНАЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ . . . . .</b>	<b>93</b>
5.1.	Типовые структурные схемы для расчета надежности . . . . .	94
5.1.1.	Последовательная модель надежности . . . . .	94
5.1.2.	Параллельная модель надежности . . . . .	99
5.1.3.	Мостиковая структура . . . . .	103
5.2.	Резервирование . . . . .	107
5.2.1.	Общее и раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью . . . . .	110
5.2.2.	Общее резервирование замещением . . . . .	120
5.2.3.	Поэлементное резервирование замещением . . . . .	123
5.2.4.	Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом . . . . .	124
<b>Глава 6.</b>	<b>ОСНОВЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ . . . . .</b>	<b>129</b>
<b>Глава 7.</b>	<b>НАДЕЖНОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ . . . . .</b>	<b>139</b>
7.1.	Качество и надежность программных средств . . . . .	141
7.2.	Характеристики программных ошибок и математические модели оценки надежности . . . . .	154
7.3.	Метрики сложности программного обеспечения информационных систем . . . . .	162

---

<b>Глава 8. ТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b> .....	170
8.1. Виды тестирования .....	171
8.2. Пример тестирования программного обеспечения web-приложения .....	178
<b>Глава 9. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ</b> .....	191
9.1. Человек в системе «человек—техника—среда» .....	191
9.2. Введение в эргономику .....	194
9.3. Деятельность оператора в системе ЧТС .....	199
9.4. Проектирование и оценка эргономических систем .....	207
9.5. Пользовательский интерфейс .....	213
<b>Заключение</b> .....	218
<b>Литература</b> .....	220
<b>Приложение 1. Перечень основных стандартов</b> .....	225
<b>Приложение 2. Краткие сведения из теории вероятностей</b> .....	227
<b>Приложение 3. Справочник терминологии по теории и практике надежности</b> .....	234
<b>Приложение 4. Решения задач</b> .....	249