

УДК 621.312.01 (076)

ББК 32.88

Т80

Рецензенты:

кафедра общепрофессиональных дисциплин технических специальностей, Уральский технический институт связи и информатики ФГБОУ «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (зав. кафедрой проф., д-р технических наук **Б. А. Панченко**);

проф., д-р физ.-мат. наук **А. Д. Ивлиев** (Российский государственный профессионально-педагогический университет)

Научный редактор проф., д-р техн. наук **В. Э. Иванов**

Трухин, М. П.

Т80 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: лабораторный практикум / М. П. Трухин. — Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2014. — 190, [2] с.

ISBN 978-5-7996-1292-4

Лабораторный практикум содержит теоретические сведения по тематике 10 лабораторных работ и общие требования по их выполнению. Темы работ связаны с разработкой и использованием моделей типовых радиотехнических средств. Программным инструментом моделирования является универсальная система MATLAB и ее пакет Simulink, имеющие удобную среду разработки и анализа виртуальных схем. Практикум содержит также указания к подготовке и выполнению лабораторных работ, требования к составлению отчетов и контрольные вопросы.

Практикум предназначен для магистров направления «Радиотехника», а также для студентов и аспирантов, изучающих вопросы системного моделирования и обработки сигналов.

Библиогр.: 23 назв. Рис. 78. Табл. 23.

Подготовлено кафедрой теоретических основ радиотехники

УДК 621.312.01 (076)

ББК 32.88

ISBN 978-5-7996-1292-4

© Уральский федеральный
университет, 2014

Оглавление

Введение	6
Лабораторная работа № 1.	
Моделирование элементов радиотехнических устройств	7
1.1. Описание алгоритма вычислительной задачи	7
1.1.1. Аппроксимация нелинейных характеристик безынерционных элементов	7
1.1.2. Структурная схема приложения	10
1.1.3. Примеры составления программных <i>m</i> -файлов [2, 3]	11
1.1.4. Программа аппроксимации характеристик CurveExpert	16
1.2. Домашнее задание	21
1.3. Лабораторное задание	21
1.4. Содержание отчета	23
Контрольные вопросы	24
Лабораторная работа № 2.	
Моделирование аналого-цифрового преобразователя	25
2.1. Спектральные и временные характеристики непрерывных и дискретных сигналов	25
2.2. Спектральные и временные характеристики процессов дискретизации и квантования	34
2.3. Описание модели лабораторной установки	39
2.4. Домашняя подготовка к лабораторной работе	40
2.5. Лабораторное задание	41
2.6. Содержание отчета	46
Контрольные вопросы	47
Лабораторная работа № 3.	
Исследование и применение генераторов псевдослучайных чисел	49
3.1. Применение случайных чисел в алгоритмах статистического моделирования	49
3.1.1. Определение объема выборки	49
3.2. Датчики псевдослучайных чисел	53
3.2.1. Получение равномерно распределенных случайных чисел	53
3.2.2. Получение нормально распределенных случайных чисел	57
3.2.3. Получение случайных чисел с произвольным распределением	59
3.3. Применение случайных чисел в алгоритмах статистического моделирования	60

3.3.1. Проверка принадлежности чисел распределения $R(0,1)$...	60
3.3.2. Проверка некоррелированности чисел распределения $R(0,1)$	61
3.4. Домашнее задание	62
3.5. Лабораторное задание.....	63
3.6. Содержание отчета.....	65
Контрольные вопросы	66

Лабораторная работа № 4.

Математическое моделирование помех в телекоммуникации	67
4.1. Теоретические сведения о математических моделях помех.....	67
4.2. Программный генератор моделей помех.....	78
4.2.1. Математические модели модулирующих помех	78
4.2.2. Программный комплекс моделирования радиопомех	84
4.2.3. Математическое моделирование узкополосных процессов.....	85
4.3. Домашнее задание	95
4.4. Лабораторное задание.....	95
4.5. Содержание отчета.....	96
Контрольные вопросы	97

Лабораторная работа № 5.

Моделирование обработки сигналов в среде signal processing	98
5.1. Основные сведения по методам обнаружения и оценивания	98
5.1.1. Обнаружение сигналов известной формы на фоне независимых шумов	98
5.1.2. Оптимальная линейная фильтрация случайных сигналов	104
5.2. Домашнее задание	109
5.3. Лабораторное задание.....	109
5.4. Содержание отчета.....	110
Контрольные вопросы	111

Лабораторная работа № 6.

Моделирование конечных автоматов	112
6.1. Конечные автоматы и их программная реализация	112
6.1.1. Дискретно-детерминированные модели.....	112
6.1.2. Дискретно-вероятностные модели.....	114
6.1.3. Разработка моделей конечных автоматов в системе MATLAB	118
6.2. Домашнее задание	120
6.3. Лабораторное задание.....	121
6.4. Содержание отчета.....	122
Контрольные вопросы	122

Лабораторная работа № 7.

Моделирование системы массового обслуживания	124
7.1. Системы массового обслуживания	124
7.1.1. Показатели эффективности функционирования СМО ...	125

7.1.2. Математические модели потоков событий	127
7.1.3. Основные аналитические соотношения для СМО $M/M/1/1$	130
7.2. Домашнее задание	135
7.3. Лабораторное задание.....	135
7.4. Содержание отчета.....	137
Контрольные вопросы	138
Лабораторная работа № 8.	
Моделирование типовых динамических звеньев	140
8.1. Основные теоретические сведения о модели звена.....	140
8.2. Домашнее задание	145
8.3. Лабораторное задание.....	145
8.4. Содержание отчета.....	148
Контрольные вопросы	148
Лабораторная работа № 9.	
Разработка блоков РЭС в среде Simulink	150
9.1. Разработка подсистем, блоков и библиотек пользователя.....	150
9.1.1. Создание подсистемы из части основной модели РЭС... ..	151
9.1.2. Построение подсистем на основе блока Subsystem	154
9.1.3. Управляемые подсистемы	155
9.2. Создание собственных блоков	160
9.2.1. Разработка пользовательского блока	161
9.2.2. Создание библиотек пользователя	168
9.3. Домашнее задание	170
9.4. Лабораторное задание.....	170
9.5. Содержание отчета.....	172
Контрольные вопросы	172
Лабораторная работа № 10.	
Моделирование канала передачи данных с исправлением ошибок	174
10.1. Систематические коды	174
10.1.1. Общие определения	174
10.1.2. Систематический код (7.4)	177
10.2. Описание лабораторной установки	179
10.3. Подготовка к лабораторной работе.....	186
10.4. Лабораторное задание.....	186
10.5. Требования к отчету.....	188
Контрольные вопросы	188
Библиографический список	189