

УДК 621.396.2.037.3(075.8)  
Р 186

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент *А.В. Кривецкий*  
канд. техн. наук, доцент *Ю.В. Морозов*

Работа подготовлена на кафедре теоретических основ радиотехники для студентов факультета радиотехники и электроники, обучающихся по направлениям: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Системы мобильной связи»; 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, магистерская программа «Методы обработки информации в телекоммуникационных системах»; 11.03.01 – Радиотехника; 11.04.01 – Радиотехника, магистерская программа «Статистические методы обработки сигналов и изображений»

**Райфельд М.А.**

Р 186 Системы и сети мобильной связи: учебное пособие / М.А. Райфельд, А.А. Спектор. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 96 с.

ISBN 978-5-7782-3833-6

Материал учебного пособия направлен на изучение принципов передачи информации в современных системах мобильной связи. Рассматриваются вопросы кодирования и цифровой модуляции, применения широкополосных сигналов, основные разновидности каналов мобильной связи. Приводится описание системы IS-95.

Адресовано студентам РЭФ, обучающимся по направлениям бакалавриата и магистратуры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

УДК 621.396.2.037.3(075.8)

ISBN 978-5-7782-3833-6

© Райфельд М.А., Спектор А.А., 2019  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2019

## Оглавление

Введение .....	7
<b>Глава 1. Фазоманипулированные сигналы в системах связи .....</b>	<b>9</b>
1.1. Некоторые теоретические положения .....	9
1.1.1. Общие сведения о многостанционных системах связи .....	9
1.1.2. Фазоманипулированные сигналы в системах связи .....	12
1.1.3. М-последовательности и коды Голда .....	16
1.2. Краткие сведения о моделирующей программе .....	27
1.3. Домашнее задание .....	29
1.3.1. Генерирование М-последовательностей .....	29
1.3.2. КФ М-последовательностей .....	30
1.3.3. Генерирование кодов Голда .....	30
1.3.4. КФ кодов Голда .....	30
1.4. Экспериментальное исследование .....	31
1.4.1. Изучение принципа генерирования М-последователь- ностей .....	31
1.4.2. Изучение КФ М-последовательностей .....	31
1.4.3. Изучение принципа генерирования кодов Голда .....	32
1.4.4. Изучение КФ кодов Голда .....	32
1.5. Сравнение кодов Голда и М-последовательностей .....	33
Контрольные вопросы .....	33

<b>Глава 2. Каналы мобильной связи</b> .....	35
2.1. Некоторые теоретические положения .....	35
2.2.1. Канал с аддитивным белым гауссовским шумом .....	35
2.1.2. Многолучевые каналы с замираниями .....	36
2.2. Краткое описание правил работы с системой MatLab .....	40
2.3. Экспериментальное исследование .....	46
Изучение каналов мобильной связи с помощью моделей MatLab/Simulink .....	46
Контрольные вопросы .....	50
<b>Глава 3. Блочное и сверточное кодирование</b> .....	51
3.1. Некоторые теоретические положения .....	52
3.1.1. Блочное систематическое кодирование .....	52
3.1.2. Сверточное кодирование .....	54
3.2. Указания по использованию пакета Simulink для создания модели кодера и декодера .....	58
3.2.1. Модель блочного кодирования .....	58
3.2.2. Модель сверточного кодирования .....	60
3.3. Экспериментальное исследование .....	61
3.3.1. Исследование блочного кодера .....	61
3.3.2. Исследование сверточного кодера .....	62
Контрольные вопросы .....	62
<b>Глава 4. Помехоустойчивые спектрально-эффективные виды модуляции (BPSK, DBPSK, QPSK, OQPSK, MSK)</b> .....	63
4.1. Некоторые теоретические положения .....	65
4.1.1. Общие сведения о видах модуляций, используемых в си- стемах подвижной связи .....	65

4.1.2. Двоичная фазовая манипуляция (BPSK) .....	65
4.1.3. Дифференциальная фазовая манипуляция (DBPSK).....	65
4.1.4. Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK) и квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом (OQPSK) .....	66
4.1.5. Манипуляция с минимальным фазовым сдвигом (MSK) .....	67
4.2. Указания по использованию пакета Simulink для создания моделей модуляторов и демодуляторов .....	67
4.2.1. Источники данных .....	68
4.2.2. Модели модулятора и демодулятора BPSK .....	69
4.2.3. Модели модулятора и демодулятора DBPSK .....	70
4.2.4. Модели модулятора и демодулятора QPSK .....	70
4.2.5. Модели модулятора и демодулятора OQPSK .....	70
4.2.6. Модели модулятора и демодулятора MSK.....	71
4.3. Экспериментальное исследование.....	72
Контрольные вопросы .....	72
<b>Глава 5. Исследование прямого канала трафика системы IS-95.....</b>	<b>73</b>
Общие сведения о системе IS-95 .....	73
Структура прямого канала IS-95 .....	74
5.1. Структура схемы макета.....	77
5.2. Экспериментальное исследование.....	80
Контрольные вопросы .....	84
<b>Глава 6. Исследование обратного канала трафика системы IS-95.....</b>	<b>85</b>
Общие сведения о системе IS-95.....	85
Структура обратного канала IS-95 .....	86

6.1. Структура экспериментального макета.....	88
6.2. Экспериментальное исследование.....	91
Контрольные вопросы .....	94
Библиографический список .....	95