

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
<b>1. Общие принципы формирования сотовых систем мобильной радиосвязи .....</b>	<b>5</b>
1.1. История развития сотовых систем мобильной радиосвязи .....	5
1.2. Классификация сотовых систем мобильной связи ...	12
1.3. Обобщенная структура и организация ССМС .....	14
1.4. Особенности распределения частотного ресурса в сотовых системах мобильной связи .....	19
1.4.1. Многократное использование частот .....	21
1.4.2. Особенности распространения радиоволн в ССМС ...	24
1.5. Модель Окумуры-Хаты .....	26
1.6. Стратегии переключения .....	27
1.7. Регулирование мощности .....	31
1.8. Регулирование трафика .....	33
Краткие итоги .....	38
Контрольные вопросы и задания .....	39
<b>2. Системы сотовой связи второго поколения 2G .....</b>	<b>40</b>
2.1. Сотовые системы мобильной связи стандарта GSM ..	42
2.1.1. Основные характеристики стандарта GSM .....	42
2.1.2. Архитектура сети стандарта GSM .....	44
2.1.3. Интерфейсы и протоколы ССМС стандарта GSM ...	50
2.1.4. Частотно-временной ресурс системы GSM .....	52
2.1.5. Типы логических каналов стандарта GSM .....	54
2.1.6. Каналы трафика и управления в тракте передачи ...	56
2.1.7. Особенности формирования трактов передачи и приема системы GSM .....	61
2.2. Системы сотовой связи с кодовым разделением сигналов .....	67
2.2.1. Многостанционный доступ с кодовым разделением ...	67
2.2.2. Стандарт CDMA IS-95 .....	72

Краткие итоги .....	97
Контрольные вопросы и задания .....	100
<b>3. Системы сотовой связи третьего поколения 3G ....</b>	<b>101</b>
3.1. Стандарт CDMA-2000 (IMT-МС) .....	101
3.1.1. Эволюция систем сотовой связи стандарта CDMA-2000 .....	101
3.1.2. Особенности стандарта IMT-МС (CDMA-2000) .....	102
3.1.3. Типы логических каналов стандарта CDMA-20001 ...	106
3.1.4. Особенности радиointерфейсов сетей стандарта CDMA-2000 .....	111
3.1.5. Особенности разнoскорoстных радиointерфейсов об- ратной радиoлинии МС – ВС1 .....	115
3.1.6. Особенности разнoскорoстных радиointерфейсов прямой радиoлинии ВС – МС .....	118
3.2. Стандарт UMTS .....	123
3.2.1. Особенности стандарта UMTS (WCDMA) .....	124
3.2.2. Архитектура стандарта WCDMA .....	132
3.2.3. Каналы, протоколы, радиointерфейсы стандарта UMTS .....	138
Краткие итоги .....	169
Контрольные вопросы и задания .....	172
<b>4. Системы сотовой связи четвертого поколения 4G LTE .....</b>	<b>174</b>
4.1. Переход от технологий 3GPP к сетям LTE .....	175
4.2. Технология LTE Advanced .....	179
4.3. Архитектура сети LTE .....	183
4.3.1. Протоколы интерфейса S1 .....	188
4.3.2. Архитектура базовой пакетной сети SAE (EPC) .....	191
4.3.3. Протокол управления радиоресурсами в сети радио- доступа E-UTRAN .....	199
4.3.4. Логические и транспортные каналы сети LTE .....	203
4.4. Особенности радиointерфейса прямой радиoлинии сети LTE .....	206
4.4.1. Физические каналы прямой радиoлинии .....	206
4.4.2. Модуляция в прямой радиoлинии OFDM/QAM .....	207
4.4.3. Модуляция в прямой радиoлинии OFDM/OQAM ...	211
4.5. Особенности радиointерфейса обратной радиoлинии сети LTE .....	213
4.6. Технология «множественный вход — множественный выход» .....	215

4.6.1. Пространственно-временное кодирование .....	216
4.6.2. Алгоритм обработки сигналов технологии ММО на приеме .....	222
4.6.3. Алгоритмы применения технологии ММО в сети LTE	224
Краткие итоги .....	230
Контрольные вопросы и задания .....	231
<b>5. Системы сотовой связи пятого поколения 5G .....</b>	<b>233</b>
5.1. Функции, архитектура и принципы проектирования сети 5G .....	233
5.1.1. Программные модули и сетевые функции системы 5G	236
5.1.2. Архитектура сети 5G .....	251
5.1.3. Взаимодействие с базовой пакетной сетью EPC .....	268
5.1.4. Взаимодействие системы 5G и сети EPC/E-UTRAN через доступ по-3GPP .....	270
5.1.5. Взаимодействие системы 5G и шлюза пакетных данных ePDG, подключенного к сети EPC .....	271
5.2. Идентификаторы оборудования сети 5G .....	274
5.3. Управление сессиями .....	278
5.3.1. Типы и атрибуты сессий PDU .....	278
5.3.2. Взаимодействие модулей AMF и SMF при управлении сессиями PDU .....	281
5.3.3. Режимы функционирования непрерывных сессий и непрерывного обслуживания .....	284
5.4. Сетевые слои .....	284
5.5. Стек протоколов сети радиодоступа .....	286
5.6. Архитектура базовых станций gNB .....	290
5.7. Варианты внедрения сетей 5G-NR на существующие технологии .....	294
5.8. Радиоинтерфейсы сети 5G-NR .....	301
5.8.1. Структура кадров .....	302
5.8.2. Распределение частотно-временного ресурса .....	305
5.8.3. Особенности радиоинтерфейсов сети 5G .....	308
5.8.4. Каналы прямой радиолинии DL (Downlink) .....	310
5.8.5. Каналы обратной радиолинии UL (Uplink) .....	312
5.8.6. Передача системной информации .....	313
Краткие итоги .....	314
Контрольные вопросы и задания .....	318
<b>6. Беспроводные системы связи стандарта IEEE 802.11 .....</b>	<b>320</b>
6.1. Семейство стандартов IEEE 802.11 .....	321

---

6.2. Сервисы стандарта IEEE 802.11 .....	328
6.3. Стек протоколов стандарта 802.11 .....	330
6.3.1. Протокол подуровня управления доступом к среде ..	331
6.4. Структура кадра стандарта 802.11 .....	337
Краткие итоги .....	338
Контрольные вопросы и задания .....	340
<b>7. Система широкополосного беспроводного доступа стандарта IEEE 802.16 (WiMAX) .....</b>	<b>341</b>
7.1. История развития стандарта WiMAX .....	341
7.2. Общие принципы организации сети WiMAX .....	343
7.3. Процедуры формирования и обработки сигналов стандарта WiMAX .....	347
7.3.1. Режимы стандарта WiMAX .....	354
7.3.2. Режим WirelessMAN-OFDM .....	355
7.3.3. Сеть WiMAX с полносвязной топологией Mesh .....	371
7.3.4. Режим WirelessMAN-OFDMA .....	376
Краткие итоги .....	385
Контрольные вопросы и задания .....	387
Заключение .....	388
Литература .....	389
Перечень сокращений .....	393