

УДК 621.39  
ББК 32.88  
О-75

Рецензенты: доктор эконом. наук, профессор В. О. Тихвинский;  
доктор техн. наук, профессор О. А. Шорин

**О-75 Основы** инфокоммуникационных технологий. Учебное пособие для вузов / В. В. Величко, Г. П. Катунин, В. П. Шувалов; под ред. профессора В. П. Шувалова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 724 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0592-4.**

В учебном пособии с единых позиций рассмотрен комплекс вопросов, относящихся к инфокоммуникационным технологиям: представлены основы построения телекоммуникационных систем и сетей, дано представление о современных беспроводных средствах связи, включая подвижные средства связи, рассмотрены принципы построения сетей следующего поколения и технологии, применяемые при этом. Книга содержит также описание конкретных решений по реализации сетей NGN. Во втором издании (первое издание вышло в 2009 г.) устранен ряд опечаток и существенно переработаны главы 12 и 14, добавлен материал по технологии OFDM, рассмотрена технология построения программно-конфигурируемых сетей (ПКС).

Для студентов вузов связи и колледжей. Книга может быть использована для повышения квалификации работниками предприятий связи.

**ББК 32.88**

Учебное издание  
Величко Вячеслав Витальевич, Катунин Геннадий Павлович,  
Шувалов Вячеслав Петрович  
Основы инфокоммуникационных технологий  
Учебное пособие для вузов  
Под редакцией профессора В. П. Шувалова  
2-е издание, переработанное и дополненное

Тиражирование книги начато в 2016 г.

*Все права защищены.*

*Любая часть этого издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения правообладателя*

© ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»

[www.techbook.ru](http://www.techbook.ru)

© В. В. Величко, Г. П. Катунин, В. П. Шувалов

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	4
<b>Часть I. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей</b> .....	12
<b>Глава 1. История развития средств связи</b> .....	12
1.1. Зачем нам знание истории? .....	12
1.2. Предыстория электросвязи .....	13
1.3. История электросвязи .....	21
1.3.1. Рождение телеграфа .....	23
1.3.2. Рождение телефона .....	27
1.3.3. На сцену выходит радио .....	31
1.3.4. История телевидения .....	39
1.3.5 История Интернета .....	45
1.3.6. История развития сотовой связи .....	51
Контрольные вопросы .....	57
<b>Глава 2. Рекомендации и стандарты в телекоммуникациях</b> .....	58
2.1. Организация работы по стандартизации .....	58
2.2. Основной стандарт – эталонная модель взаимодействия открытых систем .....	62
Контрольные вопросы .....	72
<b>Глава 3. Услуги и службы телекоммуникаций</b> .....	73
3.1. Услуги, службы и платформы предоставления услуг .....	73
3.2. Виды услуг и особенности их реализации .....	77
3.3. Телеслужбы с точки зрения оператора.....	84
3.4. Телеслужбы с точки зрения пользователя .....	88
3.5. Требования к сети и оборудованию .....	89
3.6. Соглашение об уровне обслуживания .....	94
3.7. Единая ответственность перед конечным пользователем .....	97
Контрольные вопросы .....	106
<b>Глава 4. Информация, сообщение, сигнал</b> .....	107
4.1. Основные понятия и определения .....	107
4.2. Сигналы и их характеристики .....	113
4.3. Цифровые сигналы .....	132
4.4. Методы преобразования сигналов .....	138
Контрольные вопросы .....	152
<b>Глава 5. Линии связи и принципы их эффективного использования</b> .....	153
5.1. Медные кабельные линии .....	153
5.2. Волоконно-оптические кабельные линии .....	157
5.3. Принципы многоканальной связи .....	163
Контрольные вопросы .....	170
<b>Глава 6. Цифровые системы передачи</b> .....	171
6.1. Формирование группового сигнала .....	171
6.2. Синхронизация .....	178
6.3. Регенерация цифровых сигналов .....	184
6.4. Помехоустойчивое кодирование .....	188
6.5. Цифровые иерархии .....	190
6.5.1. Плезиохронная цифровая иерархия .....	190
6.5.2. Синхронная цифровая иерархия .....	199
6.5.3. Асинхронный режим переноса .....	203
Контрольные вопросы .....	206

<b>Глава 7. Телекоммуникационные сети. Классическая концепция</b>	207
7.1. Основные понятия и определения	207
7.2. Топология и организационная структура телекоммуникационных сетей	213
7.3. Коммутация в сетях электросвязи	220
7.4. Узлы коммутации каналов и пакетов	226
7.5. Сигнализация в телефонных сетях общего пользования	232
7.6. Единая сеть электросвязи России	240
Контрольные вопросы	254
<b>Глава 8. Технологии локальных сетей</b>	255
8.1. Общие положения	255
8.2. Технология Ethernet	269
8.3. Сети Token-Ring, Arcnet, FDDI, 100VG-AnyLAN	275
8.4. Стандарт 802.11	281
Контрольные вопросы	284
<b>Глава 9. Технологии территориальных сетей</b>	285
9.1. Технология ретрансляции кадров (Frame Relay)	285
9.2. IP- технология	287
9.3. Качество обслуживания в IP-сетях	293
9.4. ATM-технология	299
9.5. Многопротокольная коммутация с помощью меток (MPLS).	
Общие положения	303
Контрольные вопросы	317
<b>Часть II. Радиосвязь, радиовещание, телевидение и мобильная связь</b>	318
<b>Глава 10. Передающие и приемные устройства систем радиосвязи и вещания</b>	318
10.1. Особенности распространения радиоволн	318
10.2. Антенно-фидерные устройства	328
10.3. Радиопередающие устройства	339
10.4. Радиоприемные устройства	343
Контрольные вопросы	351
<b>Глава 11. Система звукового вещания</b>	353
11.1. Некоторые определения	353
11.2. Организация звукового вещания	356
11.3. Структура каналов и трактов звукового вещания	358
11.4. Стереофоническое радиовещание	362
11.5. Цифровое радиовещание	365
11.6. Синхронное радиовещание	384
11.7. Проводное вещание	387
Контрольные вопросы	398
<b>Глава 12. Телевидение</b>	399
12.1. Элементы физиологии зрения и принцип телевизионной развертки	399
12.2. Спектр частот телевизионного сигнала	403
12.3. Полный телевизионный сигнал	405
12.4. Передача и прием телевизионных сигналов	407
12.5. Принципы передачи и воспроизведения информации в цвете	410
12.6. Форматы записи видеосигнала	416
12.7. Телевидение высокой четкости	417
12.8. Основы цифрового телевидения	420
12.9. Стандарты цифрового телевизионного вещания	436
12.10. Перспективы развития систем цифрового телевизионного вещания	440
12.11. Сотовые системы телевидения	451
Контрольные вопросы	455

<b>Глава 13. Радиорелейные и спутниковые линии связи</b>	456
13.1. Радиорелейные линии связи	456
13.2. Спутниковые системы связи	460
Контрольные вопросы	476
<b>Глава 14. Средства связи с подвижными объектами</b>	477
14.1. Системы сотовой связи	478
14.2. Транкинговые системы связи	513
Контрольные вопросы	531
<b>Часть III. Сети следующего поколения</b>	533
<b>Глава 15. Концепция построения сетей следующего поколения (NGN)</b>	533
15.1. Инфокоммуникационные услуги и новые требования к сетям связи	533
15.2. Базовые положения концепции NGN	536
15.3. Общие вопросы организации управления NGN	545
15.4. Практические вопросы построения NGN на ЕСЭ России	547
Контрольные вопросы	549
<b>Глава 16. Сети NGN: архитектура и протоколы</b>	550
16.1. Эволюция технологий предоставления услуг связи	550
16.2. Обобщенная структура сети на основе Softswitch	560
16.3. Протоколы взаимодействия сетей нового поколения (NGN)	568
16.4. Примеры построения сетей с устройствами Softswitch	582
Контрольные вопросы	591
<b>Глава 17. Построение сети NGN на основе сетевых элементов SI3000 компании ISKRATEL</b>	592
17.1. Архитектура сети NGN на основе сетевых элементов SI3000	592
17.2. Варианты применения сетевых элементов SI3000	597
17.3. Применение пограничных контроллеров соединений	615
17.4. Решения для услуг Triple-Play (VoDSL, VoCable)	617
17.5. Подключение CS к плоскости услуг	618
17.6. СОРМ	618
17.7. Подсистема тарификации и система регистрации вызовов	620
17.8. Дополнительные услуги	623
17.9. Используемые в главе 17 символы	631
Контрольные вопросы	632
<b>Глава 18. Программно-конфигурируемые сети</b>	633
18.1. Общие положения	633
18.2. Протокол OpenFlow и OpenFlow коммутатор	637
18.3. Виртуализация сетевых функций	641
18.4. Стандартизация ПКС	646
18.5. SDN в России	649
Контрольные вопросы	651
<b>Заключение</b>	652
<b>Приложение 1. Виртуальные частные сети MPLS (VPN MPLS)</b>	654
<b>Приложение 2. Сети на основе IP/MPLS и ATM</b>	665
<b>Приложение 3. Обобщенная многопротокольная коммутация по меткам (GMPLS)</b>	672
П3.1. Переход от MPLS к GMPLS	672
П3.2. Особенности GMPLS	682
П3.3. Технология GMPLS: методы защиты и восстановления	690
<b>Список литературы к главам 1–17</b>	702
<b>Список литературы к главе 18</b>	705
<b>Термины и определения</b>	706