

УДК 621.396.2  
ББК 32.884  
Б90

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор *Л. Г. Доросинский*, доктор техн. наук, профессор *Д. Г. Неволин*

**Будылдина Н. В., Шувалов В. П.**

**Б90**

Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов / Под ред. профессора В. П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 342 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0536-8.**

В компактной форме изложены вопросы построения инфокоммуникационных сетей, обеспечивающих высокоскоростную передачу данных. Представлены разделы, которые необходимы для понимания того как можно обеспечить передачу не только с высокой скоростью, но и с другими показателями, характеризующими качество предоставляемой услуги. Приведено описание протоколов различных уровней эталонной модели взаимодействия открытых систем, технологий транспортных сетей. Рассмотрены вопросы передачи данных в беспроводных сетях связи и современные подходы, обеспечивающие передачу больших массивов информации за приемлемые отрезки времени. Уделено внимание набирающей все большую популярность технологии программно-конфигурируемых сетей.

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» квалификации (степени) «бакалавр» и «магистр». Книга может быть использована для повышения квалификации работниками электросвязи.

ББК 32.884

*Адрес издательства в Интернет [www.techbook.ru](http://www.techbook.ru)*

**Будылдина** Надежда Вениаминовна, **Шувалов** Вячеслав Петрович  
Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных  
Учебное пособие для вузов

*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)

© Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
Список литературы к введению .....	5
<b>Глава 1. Основные понятия и определения</b> .....	6
1.1. Информация, сообщение, сигнал .....	6
1.2. Скорость передачи информации .....	10
1.3. Физическая среда передачи данных .....	14
1.4. Методы преобразования сигналов .....	22
1.5. Методы множественного доступа к среде .....	31
1.6. Сети электросвязи .....	37
1.7. Организация работ по стандартизации в области передачи данных .....	42
1.8. Эталонная модель взаимодействия открытых систем .....	47
1.9. Контрольные вопросы .....	55
1.10. Список литературы .....	56
<b>Глава 2. Обеспечение показателей качества обслуживания</b> ..	58
2.1. Качество обслуживания. Общие положения .....	58
2.2. Обеспечение верности передачи данных .....	64
2.3. Обеспечение показателей структурной надежности .....	78
2.4. QoS маршрутизация .....	86
2.5. Контрольные вопросы .....	89
2.6. Список литературы .....	90
<b>Глава 3. Локальные сети</b> .....	92
3.1. Протоколы LAN .....	92
3.1.1. Технология Ethernet (IEEE 802.3) .....	92
3.1.2. Технология Token Ring (IEEE 802.5) .....	93
3.1.3. Технология FDDI .....	95
3.1.4. Fast Ethernet (IEEE 802.3u) .....	96
3.1.5. Технология 100VG-AnyLAN .....	101
3.1.6. Высокоскоростная технология Gigabit Ethernet .....	102
3.2. Технические средства, обеспечивающие функционирование высокоскоростных сетей передачи данных .....	107
3.2.1. Концентраторы .....	107
3.2.2. Мосты .....	110
3.2.3. Коммутаторы .....	111
3.2.4. Протокол STP .....	118
3.2.5. Маршрутизаторы .....	121
3.2.6. Шлюзы .....	126
3.2.7. Виртуальные локальные сети (Virtual local area Network, VLAN) .....	127

3.3. Контрольные вопросы .....	136
3.4. Список литературы.....	136
<b>Глава 4. Протоколы канального уровня.....</b>	<b>138</b>
4.1. Основные задачи канального уровня, функции протоколов	138
4.2. Байт-ориентированные протоколы .....	142
4.3. Бит-ориентированные протоколы.....	145
4.3.1. Протокол канального уровня HDLC (High-Level Data Link Control) .....	145
4.3.2. Протокол кадра SLIP (Serial Line Internet Protocol)	152
4.3.3. Протокол PPP (Point-to-Point Protocol — протокол двухточечной связи) .....	155
4.4. Контрольные вопросы .....	159
4.5. Список литературы.....	160
<b>Глава 5. Протоколы сетевого и транспортного уровня.....</b>	<b>161</b>
5.1. IP-протокол.....	161
5.2. Протокол IPv6 .....	175
5.3. Протокол маршрутизации RIP .....	181
5.4. Внутренний протокол маршрутизации OSPF .....	187
5.5. Протокол BGP-4 .....	196
5.6. Протокол резервирования ресурсов — RSVP .....	203
5.7. Протокол передачи RTP (Real-Time Transport Protocol)....	206
5.8. Протокол DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) ...	211
5.9. Протокол LDAP.....	213
5.10. Протоколы ARP, RARP .....	215
5.11. Протокол TCP (Transmission Control Protocol) .....	220
5.12. Протокол UDP (User Datagram Protocol) .....	229
5.13. Контрольные вопросы .....	231
5.14. Список литературы.....	233
<b>Глава 6. Транспортные IP-сети .....</b>	<b>235</b>
6.1. Технология ATM.....	235
6.2. Синхронная цифровая иерархия (SDH) .....	241
6.3. Многопротокольная коммутация по меткам .....	245
6.4. Оптическая транспортная иерархия .....	251
6.5. Модель и иерархия Ethernet для транспортных сетей.....	256
6.6. Контрольные вопросы .....	260
6.7. Список литературы.....	261
<b>Глава 7. Беспроводные технологии высокоскоростной передачи данных.....</b>	<b>262</b>
7.1. Технология Wi-Fi (Wireless Fidelity) .....	262
7.2. Технология WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) .....	264

---

7.3. Переход от WiMAX к технологии LTE (LongTermEvolution) .....	270
7.4. Состояние и перспективы высокоскоростных беспроводных сетей .....	275
7.5. Контрольные вопросы .....	277
7.6. Список литературы .....	278
<b>Глава 8. Вместо заключения: некоторые соображения на тему «что надо сделать, чтобы обеспечить передачу данных с высокой скоростью в IP-сетях»</b> ..	<b>279</b>
8.1. Традиционная передача данных с гарантированной доставкой. Проблемы .....	280
8.2. Альтернативные протоколы передачи данных с гарантированной доставкой .....	281
8.3. Алгоритм контроля перегрузок .....	285
8.4. Условия обеспечения передачи данных с высокой скоростью .....	287
8.5. Неявные проблемы обеспечения высокоскоростной передачи данных .....	297
8.6. Список литературы .....	300
<b>Приложение 1. Программно-конфигурируемые сети</b> .....	<b>302</b>
П.1. Общие положения .....	302
П.2. Протокол OpenFlow и OpenFlow-коммутатор .....	306
П.3. Виртуализация сетей NFV .....	310
П.4. Стандартизация ПКС .....	315
П.5. SDN в России .....	318
П.6. Список литературы .....	320
<b>Термины и определения</b> .....	<b>322</b>