

Михаил Гук

# Аппаратные средства ЛОКАЛЬНЫХ сетей

*Санкт-Петербург  
Москва • Хорьков • Минск  
2001*

**Михаил Гук** **Аппаратные средства**  
**локальных сетей. Энциклопедия**

Главный редактор  
Заведующий редакцией  
Руководитель проекта  
Научный редактор  
Литературный редактор  
Художник Иллюстрации  
Корректоры Верстка

*Е Строганова*  
*И Корнеев*  
*И Корнеев*  
*И Дюнова*  
*А Жданов*  
*Н Биржафов*  
О. П. А.  
*М Патова Н Роцина*  
*Ю Сергиенко*

ББК 32 988  
УДК 681 327 8

**Гук М.**

Г93 Аппаратные средства локальных сетей Энциклопедия — СПб Питер, 2001 — 576 с :  
ил

ISBN 5-8046-0113-X

В книге рассматриваются теоретические и практические вопросы построения сетей — от кабельных систем до коммуникационного оборудования. Приводятся сведения по всем типам пассивного оборудования — медным и оптическим кабелям и коннекторам. Рассматриваются стандарты построения СКС — ISO 11801, EN50173, TIA-568A с новейшими дополнениями и изменениями. Описаны все современные локальные сетевые технологии, вплоть до Gigabit Ethernet. Глобальные сети (телефонные, ISDN, X.25, Frame Relay) и технология ATM рассмотрены с точки зрения использования для связи локальных сетей.

Предназначена для специалистов в области проектирования и эксплуатации сетей, сетевых администраторов и широкого круга любознательных читателей, желающих поучить систематизированные знания в данной области.

© М Гук, 2001

© Издательство «Питер», 2001

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную **п**люсть и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-8046-0113-X

Издательство «Питер» 196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, 67  
Лицензия ЛР № 066333 от 23.02.99

Налоговая льгота - общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2, 953000 - книги и брошюры

Подписано в печать 04.09.01. Формат 70x100<sup>1/8</sup>. Усл. п. л. 46,44. Доп. тираж 3000 экз. Заказ № 1513

Отпечатано с фотоформ в ФГУП «Печатный двор» им. А. М. Горького  
Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций  
197110, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., 15

# Краткое содержание

## Часть I. Основы построения компьютерных сетей

Глава 1. Основные понятия. . . . .	14
Глава 2. Сетевые протоколы . . . . .	40

## Часть II. Пассивное оборудование локальных сетей

Глава 3. Оборудование для электрической передачи . . . . .	63
Глава 4. Средства оптической передачи. . . . .	129
Глава 5. Кабельные системы локальных сетей . . . . .	178

## Часть III. Сетевые технологии локальных сетей

Глава 6. Технология Ethernet. . . . .	241
Глава 7. Технология Token Ring/IEEE 802.5 . . . . .	284
Глава 8. FDDI и CDDI. . . . .	314
Глава 9. Технологии IOOVG-AnyLAN, ARCnet и другие локальные технологии . . . . .	333

## Часть IV. Глобальные сети

Глава 10. Интерфейсы и протоколы глобальных сетей . . . . .	344
Глава 11. Глобальные сети и технологии . . . . .	372

## Часть V. Локальные сети

Глава 12. Построение локальных сетей . . . . .	428
Глава 13. Управление и мониторинг в локальных сетях . . . . .	457
Глава 14. Электропитание, заземление и электромагнитная совместимость . . . . .	478
Приложение А. Активное сетевое оборудование и сетевые анализаторы . . . . .	500
Приложение Б. Перевод физических единиц из различных систем в международную (СИ) . . . . .	534
Список сокращений. . . . .	536
Алфавитный указатель . . . . .	544

# Содержание

Предисловие . . . . .	ю
<b>Часть I. Основы построения компьютерных сетей</b>	
<b>Глава 1. Основные понятия . . . . .</b>	<b>и</b>
1.1. Базовая модель взаимодействия открытых систем OSI . . . . .	16
1.2. Стандарты IEEE 802.x . . . . .	21
1.3. Классификация топологических элементов сетей . . . . .	23
1.4. Топология, методы доступа к среде . . . . .	25
1.5. Кодирование данных. . . . .	28
1.6. Режимы передачи и качество сервиса . . . . .	34
1.7. Контроль достоверности передачи . . . . .	36
1.8. Управление потоком данных . . . . .	38
<b>Глава 2. Сетевые протоколы . . . . .</b>	<b>40</b>
2.1. Протокольный стек TCP/IP. . . . .	40
2.1.1. Адресация в IP . . . . .	43
2.1.2. Маршрутизация. . . . .	47
2.1.3. Многоадресное (групповое) вещание и протокол IGMP . . . . .	49
2.1.4. Иерархическая система имен DNS . . . . .	51
2.1.5. Протоколы стека TCP/IP . . . . .	52
2.2. Фирменные протокольные стеки . . . . .	54
2.2.1. IPX/SPX. . . . .	54
2.2.2. AppleTalk . . . . .	57
<b>Часть II. Пассивное оборудование локальных сетей</b>	
<b>Глава 3. Оборудование для электрической передачи . . . . .</b>	<b>е3</b>
3.1. Передача данных по электрическим кабелям . . . . .	63
3.2. Несимметричные кабели — коаксиальные . . . . .	72
3.2.1. Кабели . . . . .	72
3.2.2. Аксессуары (коннекторы, терминаторы, «вампиры») и их применение . . . . .	74
3.2.3. Инструменты, монтаж и тестирование . . . . .	82
3.3. Симметричные кабели — витая пара . . . . .	84
3.3.1. Кабели . . . . .	84
3.3.2. Соединительная аппаратура . . . . .	90

3 3 3 Экранированная проводка	118
3 3 4 Инструменты, монтаж и тестирование	119
3 3 5 Сетевые технологии с симметричной передачей	125
<b>Глава 4. Средства оптической передачи</b>	<b>129</b>
4 1 Структура световода и режимы прохождения луча	130
4 2 Мощность сигнала, потери и усиление	133
4 3 Пропускная способность, методы передачи и кодирования	136
4 4 Источники и приемники излучения	137
4 5 Энергетический баланс и расчет оптических линий	140
4 6 Топология соединений Разветвители, переключатели и мультиплексоры	141
4 7 Оптоволоконные кабели	144
4 8 Оптические соединители	149
4 8 1 Неразъемные соединения — сварка и сплайсы	149
4 8 2 Разъемные соединения	151
4 8 3 Коннекторы ST, SC, FC, FDDI, MT-RJ, OptiSPEED LC OPTI JACK, SCDC и SCQC, VF-45	153
4 8 4 Процедуры установки оптических коннекторов	156
4 8 5 Розетки, адаптеры, аттенюаторы	164
4 8 6 Шнуры, полувилки (пигтейлы)	165
4 9 Аксессуары	166
4 10 Инструменты расходные материалы и приборы	168
4 И Сетевые технологии с оптоволоконной передачей	171
Ethernet 10/100/1000 Мбит/с	171
Token Ring	175
FDDI	175
ATM, SONET, SDH	175
ARCnet(TCNS)	176
4 12 Достоинства и недостатки оптоволоконной передачи	176
4 13 Техника безопасности при работе с оптоволоконном	177
<b>Глава 5. Кабельные системы локальных сетей</b>	<b>178</b>
5 1 Структурированные кабельные системы	179
5 1 1 Стандарты ISO 11801 и EN 50173	182
5 1 2 Стандарт EIA/TIA-568-A	204
5 2 Аксессуары кабельных систем	213
5 3 Проектирование кабельных систем	218
5 3 1 Выбор кабелей и коннекторов	218
5 3 2 Рабочие места	221
5 3 3 Кабельные магистрали	223
5 3 4 Телекоммуникационные помещения и аппаратные комнаты	223
5 4 Документирование и администрирование СКС	228
5 5 Практика монтажа кабельных систем	230
5 5 1 Пожаробезопасность кабельной проводки	233
5 6 Тестирование, сертификация и гарантии	234

## Часть III. Сетевые технологии локальных сетей

<b>Глава 6. Технология Ethernet</b> . . . . .	<b>241</b>
7.1. Метод доступа CSMA/CD . . . . .	242
6.2. Адресация, форматы кадров и пропускная способность . . . . .	246
6.3. Стандарты Ethernet 10 Мбит/с: IOBaseS, IOBase2, IOBaseT, IOBaseF . . . . .	249
6.4. Стандарты Fast Ethernet 100 Мбит/с. . . . .	257
6.5. Стандарты Gigabit Ethernet 1000 Мбит/с . . . . .	260
6.6. Сетевые адаптеры . . . . .	262
6.7. Концентраторы: повторители, мосты и коммутаторы . . . . .	267
6.7.1. Повторители . . . . .	268
6.7.2. Мосты и коммутаторы . . . . .	270
6.7.3. Дополнительные возможности концентраторов . . . . .	274
6.8. Топология соединения коммутаторов . . . . .	276
6.8.1. Избыточные связи и алгоритм Spanning Tree . . . . .	276
6.8.2. Дублирующие линии (Resilient Link, LinkSafe) . . . . .	279
6.8.3. Объединение портов (Port Trunking). . . . .	279
6.8.4. Активная полносвязная топология (AMT) . . . . .	280
6.9. Расчет допустимых размеров сети . . . . .	281
<b>Глава 7. Технология Token Ring/IEEE 802.5</b> . . . . .	<b>284</b>
7.1. Физический уровень . . . . .	285
7.2. Протокол доступа к кольцу . . . . .	290
7.2.1. Приоритет доступа . . . . .	293
7.3. Управление кольцом . . . . .	295
7.3.1. Активный и резервные мониторы. . . . .	298
7.3.2. Включение в кольцо, очистка и самовосстановление . . . . .	299
7.3.3. Определение конфигурации. . . . .	300
7.4. Сегменты, мосты и маршрутизация от источника . . . . .	301
7.5. Коммутация. . . . .	303
7.6. Виртуальные локальные сети Token Ring . . . . .	305
7.7. Высокоскоростные версии Token Ring . . . . .	306
7.8. Оборудование Token Ring . . . . .	307
7.8.1. Сетевые адаптеры . . . . .	307
7.8.2. Концентраторы . . . . .	308
7.9. Построение сетей Token Ring . . . . .	309
7.10. Гибридные сети Token Ring—Ethernet. . . . .	311
<b>Глава 8. FDDI и CDDI</b> . . . . .	<b>314</b>
8.1. Физический уровень, интерфейсы . . . . .	316
8.2. Варианты физической топологии . . . . .	321
8.3. Форматы кадров . . . . .	323
8.4. Управление. . . . .	325
8.4.1. Инициализация станции . . . . .	326
8.4.2. Инициализация кольца . . . . .	328

8.4.3. Реконфигурирование кольца . . . . .	328
8.5. Синхронная и асинхронная передача данных . . . . .	329
8.6. Особенности FDDI-II (изохронные передачи) . . . . .	330
8.7. Оборудование FDDI (адаптеры, концентраторы, мосты) . . . . .	331
<b>Глава 9. Технологии IOOVG-AnyLAN, ARCnet и другие локальные технологии. . . . .</b>	<b>333</b>
9.1. IOOVG-AnyLAN. . . . .	335
9.2. ARCnet и TCNS. . . . .	339
<b>Часть IV. Глобальные сети</b>	
<b>Глава 10. Интерфейсы и протоколы глобальных сетей. . . . .</b>	<b>344</b>
10.1. Последовательные интерфейсы . . . . .	344
10.1.1. Режимы последовательной передачи . . . . .	346
10.1.2. Устройства DTE, DCE, их соединение и синхронизация . . . . .	347
10.1.3. Электрические интерфейсы RS-232 (V.28), RS-422 (V.11), RS-423 (V.10), RS-485, токовая петля . . . . .	350
10.1.4. Стандарты V.24/V.28, RS-232C, RS-449 (V.36), RS-530, V.35 . . . . .	356
10.1.5. Высокоскоростной интерфейс HSSI . . . . .	364
10.1.6. Управление потоком данных . . . . .	366
10.2. Протоколы последовательной передачи. . . . .	367
10.2.1. Протоколы HDLQSDLC и LAPB . . . . .	367
10.2.2. Протоколы PPP, MLPPP, BOD . . . . .	370
<b>Глава 11. Глобальные сети и технологии . . . . .</b>	<b>372</b>
11.1. Телефонные сети и их использование для передачи данных . . . . .	372
11.1.1. Аналоговые коммутируемые линии и телефонные аппараты . . . . .	374
11.1.2. Аналоговые выделенные линии . . . . .	379
11.1.3. Учрежденческие и малые АТС . . . . .	379
11.1.4. Иерархии цифровых каналов . . . . .	381
11.1.5. Модемы и факс-модемы для аналоговых линий . . . . .	385
11.1.6. IP-телефония и передача факсов по IP-сетям . . . . .	392
11.1.7. Технологии xDSL и кабельные модемы . . . . .	396
11.1.8. Модемы для выделенных линий . . . . .	398
11.2. Сети ISDN . . . . .	398
11.2.1. Интерфейсы ISDN . . . . .	399
11.2.2. Пользовательское оборудование ISDN . . . . .	403
11.2.3. Передача данных по ISDN . . . . .	406
11.3. Сети X.25 . . . . .	408
11.4. Сети Frame Relay . . . . .	411
11.5. Технология ATM . . . . .	413
11.5.1. Интерфейсы UNI и NNI . . . . .	413
11.5.2. Архитектурная модель ATM . . . . .	416
11.5.3. Классы сервиса и уровни адаптации . . . . .	417
11.5.4. Адресация . . . . .	418

11.5.5. Соединения ATM . . . . .	420
11.5.6. Качество обслуживания в ATM . . . . .	421
11.5.7. Сигнализация и установление соединения . . . . .	421
11.5.8. Эмуляция технологий локальных сетей (LANE) . . . . .	422
11.5.9. Использование ATM сетевыми протоколами (Classical IP и MPOA). . . . .	424
11.5.10. Оборудование ATM . . . . .	425
 <b>Часть V. Локальные сети</b>	
<b>Глава 12. Построение локальных сетей . . . . .</b>	<b>428</b>
12.1. Оборудование локальных сетей . . . . .	428
12.1.1. Конечное сетевое оборудование . . . . .	429
12.1.2. Коммуникационное оборудование . . . . .	432
12.2. Структуризация локальных сетей . . . . .	435
12.2.1. Малые сети с разделяемой средой передачи . . . . .	435
12.2.2. Сегментированные сети с применением мостов и коммутаторов . . . . .	437
12.2.3. Организация магистралей . . . . .	440
12.3. Маршрутизаторы как средство объединения логических сетей . . . . .	443
12.4. Коммутация 3-го уровня. Fast IP. . . . .	446
12.5. Виртуальные локальные сети и приоритизация трафика. . . . .	448
12.6. Организация удаленного доступа . . . . .	453
12.7. Беспроводное подключение узлов . . . . .	455
 <b>Глава 13. Управление и мониторинг в локальных сетях . . . . .</b>	<b>457</b>
13.1. Принципы построения систем управления сетями . . . . .	457
13.2. Мониторинг состояния элементов сети . . . . .	460
13.3. Управление коммуникационными устройствами . . . . .	461
13.3.1. Консольное управление. . . . .	462
13.3.2. Управление через Telnet . . . . .	463
13.3.3. Протокол управления SNMP . . . . .	464
13.3.4. Удаленный мониторинг — RMON и RMON2 . . . . .	466
13.3.5. Дистанционное конфигурирование и обновление встроенного программного обеспечения (BootP и TFTP) . . . . .	469
13.3.6. Web-интерфейс управления . . . . .	471
13.4. Управление рабочими станциями . . . . .	472
13.4.1. Удаленное управление (DMI и WakeUp On LAN) . . . . .	473
13.4.2. Удаленная загрузка . . . . .	475
 <b>Глава 14. Электропитание, заземление и электромагнитная СОВМЕСТИМОСТЬ. . . . .</b>	<b>478</b>
14.1. Общие вопросы электропитания и заземления . . . . .	479
14.2. Средства улучшения качества электропитания . . . . .	483
14.3. Заземление оборудования в локальных сетях. . . . .	489
14.4. Планирование питающей сети . . . . .	493
14.5. Совместная прокладка питающих и телекоммуникационных кабелей . . . . .	496



<b>Приложение А. Активное сетевое оборудование и сетевые анализаторы . . . . .</b>	<b>500</b>
А. 1. Активное сетевое оборудование фирмы 3Com . . . . .	500
А.1.1. Серия OfficeConnect. . . . .	501
А.1.2. Серия SuperStackII. . . . .	502
А.1.3. Устройства удаленного доступа . . . . .	513
А.1.4. Сетевые адаптеры . . . . .	513
А.2. Оборудование фирмы Nortel Networks . . . . .	516
А.3. Сетевые и кабельные тестеры фирмы Fluke . . . . .	529
<b>Приложение Б. Перевод физических единиц из различных систем в международную (СИ). . . . .</b>	<b>53</b>
4	
Список сокращений . . . . .	53
6	
Алфавитный указатель. . . . .	54
4	

# Предисловие

Эта книга является третьим подходом автора к сетевой тематике. В 1996 году была выпущена карманная энциклопедия «Локальные сети Novell», а вслед за ней к «Сети NetWare 3.12-4.1. Книга ответов». Книги пользовались успехом и вызвали многочисленные отклики читателей. Однако, как и следует из названий, основные их темы были связаны с сетевой операционной системой, а вопросам сетевого «железа» там отводилось довольно скромное место. В энциклопедии «Аппаратные средства IBM PC» сетевая аппаратура тоже не могла быть представлена в полном объеме. Преодолеть это несправедливое ущемление призвана книга, лежащая перед вами. В нее вошли «нижние слои» сетевых тем — от проводов до коммутаторов и маршрутизаторов. Книга в основном посвящена локальным сетям, число которых в настоящее время стремительно растет. Конечно же, рассматривается и подключение к глобальным сетям (Интернет), но тоже с «локальной» точки зрения.

Как и предыдущая «большая» энциклопедия, эта книга представляет упорядоченную систему знаний. В первой части (главы 1-2) кратко приводятся основы построения сетей, на которые приходится ссылаться при изложении основного материала. Здесь рассмотрены и сетевые протоколы — главным образом TCP/IP — основа современных сетей. Вторая часть книги (главы 3-5) посвящена пассивному сетевому хозяйству — медным и оптическим кабельным системам и построению универсальных структурированных кабельных систем, основанных на известных стандартах. Третья часть (главы 6-9) посвящена сетевым технологиям локальных сетей — Ethernet, Token Ring, FDDI, а также 100VG-AnyLAN, ARCnet и Fibre Channel. Здесь описываются принципы технологий и особенности использующей их аппаратуры. Четвертая часть книги (главы 10, 11) затрагивает глобальные сети с точки зрения их использования для связи сетей локальных. Здесь рассматриваются протоколы и интерфейсы телекоммуникации, модемы, включая xDSL и кабельные, а также распространенные технологии глобальных сетей. В заключительной части (главы 12-14) речь идет о том, как построить локальную сеть под конкретные требования, используя кабельную систему и технологии, описанные в предыдущих разделах. Рассматриваются вопросы построения управляемых сетей, а также централизованного администрирования рабочих мест клиентов с целью сокращения затрат на обслуживание сети. На «закуску», по уже сложившейся традиции, вопросы «правильного пита-

ния» и электромагнитной совместимости, которые в сетях имеют немаловажное значение, но зачастую игнорируются. В приложениях приводится краткое описание некоторых моделей сетевых устройств и тестового оборудования, а также короткая справка по переводу физических величин различных систем. Поиск нужной информации облегчит подробный предметный указатель, а расшифровать многочисленные аббревиатуры поможет список сокращений.

В этой книге, как и в предыдущих, отразились личные опыты на сетевом поприще, которые начались еще в 1992 году при построении первых сетей в родном Полптехе (ныне СПбГТУ).

«Базовый лагерь» автора в настоящее время — ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (*icicic.nc.neva.nt*). Я благодарен руководству института за всяческую поддержку моей писательской деятельности. Институт имеет большой потенциал и опыт работ по сетевой тематике, спектр которых достаточно широк. Наши специалисты одни из первых в городе построили сеть с выходом в Интернет — ныне это RUSXet (*к'лчс.нега.т*). Пользуясь услугами этой сети, я имею практически неограниченные возможности доступа к морю технической информации (правда, «золотые рыбки» попадаются не так уж часто). В институте Интернет используется и для нетрадиционных целей: так, например, специалистам из NASA во время проведения конференции в Турине (Италия) была предоставлена возможность телеуправления космическим манипулятором, установленным в здании ЦНИИ РТК (Санкт-Петербург). В институте разработан и выпускается сетевой процессор — мощный брендмауэр, сертифицированный Гостехкомиссией; разработаны оригинальные устройства для IP-телефонии. Ведутся работы и по локальным сетям. Идея написания книги возникла при реализации проекта построения сети среднего размера (240 рабочих мест) в ГУП «Водоканал» СПб. Здесь мне пришлось заниматься широким спектром вопросов — от проектирования кабельной системы до установки и настройки системного ПО. В качестве физической разминки (после написания энциклопедии «Аппаратные средства IBM PC») занимался и монтажом кабельной сети, получив сертификат инсталлятора от фирмы AMP. Небольшое трехэтажное здание после капитального ремонта было оснащено сетевой инфраструктурой по самой современной моде, включая, например, алюминиевые короба для кабелей и централизованное бесперебойное питание (благо это было еще до «17 августа»). Кроме этого весьма дорогого полигона для изысканий, доводилось проектировать и монтировать сети и в более стесненных и «приземленных» условиях, так что спектр решений, предлагаемых в книге, довольно широк.

В работе над книгой мне помогало общение с сотрудниками ряда фирм Санкт-Петербурга, занимающихся сетевой тематикой. Многие технические вопросы обсуждались со специалистами МБ «Инфо» (*tcu'w.inbinfo.nj*), «Комплит» (*www.complete.ni*), РАМЭК (*wa.4c.ramec.ru*), «Элко Техполоджн» (*uwic-elco.ru*). С их помощью я получил доступ ко многим интересным документам, не публикуемым в Сети для неограниченного использования. В подготовке многочисленных иллюстраций ощутимо помогли сотрудники фирмы «Мэйдекс» (*icww.ma-dex.ru*), занимающейся поставками пассивного оборудования. Предоставленные ими гигабайты графической информации оказались весьма полезными. На демонстрационных стендах фирмы мне удалось повертеть в руках практически все типы соединительно]! аппаратуры, кабелей и инструментов.

Электронную поддержку книги можно найти на сайте *iwic.neia.nt/ingook*, созданном руками моей жены. Как и для предыдущих книг, здесь публикуются списки исправлений и дополнений. Здесь же лежат и мои статьи по аппаратным средствам компьютеров и сетей, а также электронная версия «Сети NetWare 3.12-4.1. Книга ответов». Ваши вопросы и замечания по книге я с интересом приму по электронной почте: *mgook@stu.neva.ru*.

## От издательства

Ваши замечания, предложения, вопросы отправляйте по адресу) электронной почты *comp@piter-press.nt* (издательство «Питер», компьютерная редакция).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

Подробную информацию о наших книгах вы найдете на Web-сайте издательства <http://u.iru'.piter-press.nj>.

# Основы построения компьютерных сетей

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Компьютерной сетью называют совокупность узлов (компьютеров, терминалов, периферийных устройств), имеющих возможность информационного взаимодействия друг с другом с помощью специального коммуникационного оборудования и программного обеспечения. Размеры сетей варьируются в широких пределах — от пары соединенных между собой компьютеров, стоящих на соседних столах, до миллионов компьютеров, разбросанных по всему миру (часть из них может находиться и на космических объектах). По широте охвата принято деление сетей на несколько категорий. *Локальные вычислительные сети, ЛВС* или *LAN* (Local -Area Network), позволяют объединять компьютеры, расположенные в ограниченном пространстве. Для локальных сетей, как правило, прокладывается специализированная кабельная система, и положение возможных точек подключения абонентов ограничено этой кабельной системой. Иногда в локальных сетях используют и беспроводную связь (wireless), но и при этом возможности перемещения абонентов сильно ограничены. Локальные сети можно объединять в более крупномасштабные образования — *CAN* (Campus-Area Network — *кампус-ная* сеть, объединяющая локальные сети близко расположенных зданий), *MAN* (Metropolitan-Area Network — сеть городского масштаба), *WAN* (Wide-Area Network — широкомасштабная сеть), *CAN* (Global- Area Network — глобальная сеть). Сетью сетей в наше время называют глобальную сеть — Интернет. Для более крупных сетей также устанавливаются специальные проводные или беспроводные линии связи или используется инфраструктура существующих публичных средств связи. В последнем случае абоненты компьютерной сети могут подключаться к сети в относительно произвольных точках, охваченных сетью телефонии, ISDN или кабельного телевидения.

Понятие *intranet* (intranet) обозначает внутреннюю сеть организации, где важны два момента: 1) изоляция или защита внутренней сети от внешней (Интернет); 2) использование сетевого протокола IP и Web-технологий (прикладного протокола HTTP). В аппаратном аспекте применение технологии интранет означает, что все абоненты сети в основном обмениваются данными с одним или несколькими серверами, на которых сосредоточены основные информационные ресурсы предприятия.

В сетях применяются различные *сетевые технологии*, из которых в локальных сетях наиболее распространены Ethernet, Token Ring, IEEE 802.3-AnyLAN, ARCnet, FDDI, рассмотренные в главах 6-9. В глобальных сетях применяются иные технологии, кратко рассмотренные в главах 10 и 11. Каждой технологии соответствуют свои типы оборудования.

Оборудование сетей подразделяется на *активное* — интерфейсные карты компьютеров, повторители, концентраторы и т. п. и *пассивное* — кабели, соединительные разъемы, коммутационные панели и т. п. Кроме того, имеется вспомогательное оборудование — устройства бесперебойного питания, кондиционирования воздуха и аксессуары — монтажные стойки, шкафы, кабелепроводы различного вида. С точки зрения физики, активное оборудование — это устройства, которым необходима подача энергии для генерации сигналов, пассивное оборудование подачи энергии не требует.

Оборудование компьютерных сетей подразделяется на конечные системы (устройства), являющиеся источниками и/или потребителями информации, и промежуточные системы, обеспечивающие прохождение информации по сети. К *конечным системам*, *ES* (End Systems), относятся компьютеры, терминалы, сетевые принтеры, факс-машины, кассовые аппараты, считыватели штрих-кодов, средства голосовой и видеосвязи и любые другие периферийные устройства, снабженные тем или иным сетевым интерфейсом. К *промежуточным системам*, *IS* (Intermediate Systems), относятся концентраторы (повторители, мосты, коммутаторы), маршрутизаторы, модемы и прочие телекоммуникационные устройства, а также соединяющая их кабельная и/или беспроводная инфраструктура.

Действием, «полезным» для пользователей, является обмен информацией между конечными устройствами. Поток информации, передаваемый по сети, называют *сетевым трафиком*. Трафик кроме полезной информации включает и служебную ее часть — неизбежные накладные расходы на организацию взаимодействия узлов сети. *Пропускная способность* линий связи, называемая также *полосой пропускания* (bandwidth), определяется как количество информации, проходящей через линию за единицу времени. Измеряется в бит/с (bps — bit per second), кбит/с (kbps), Мбит/с (Mbps), Гбит/с (Gbps), Тбит/с (Tbps)... Здесь, как правило, приставки кило-, мега-, гига-, тера- имеют десятичное значение ( $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ), а не двоичное ( $2^{10}$ ,  $2^{20}$ ,  $2^{30}$ ,  $2^{40}$ ). Для активного коммуникационного оборудования применимо понятие *производительность*, причем в двух различных аспектах. Кроме «валового» количества неструктурированной информации, пропускаемого оборудованием за единицу времени (бит/с), интересуются и скоростью обработки пакетов (pps — packets per second), кадров (fps — frames per second) или ячеек (cps — cells per second). Естественно, при этом оговаривается и размер структур (пакетов, кадров, ячеек), для которого измеряется скорость обработки. В идеале производительность коммуникационного оборудо-

ванпя должна быть столь высокой, чтобы обеспечивать обработку информации, приходящей на все интерфейсы (порты) на их полной скорости (wire speed).

Для организации обмена информацией должен быть разработан комплекс программных и аппаратных средств, распределенных по разным устройствам сети. Поначалу разработчики и поставщики сетевых средств пытались идти каждый по своему пути, решая весь комплекс задач с помощью собственного набора протоколов, программ и аппаратуры. Однако решения различных поставщиков оказывались несовместимыми друг с другом, что вызывало массу неудобств для пользователей, которых по разным причинам не удовлетворял набор возможностей, предоставляемых только одним из поставщиков. По мере развития техники и расширения ассортимента предоставляемых сервисов назрела необходимость декомпозиции сетевой задачи — разбивки ее на несколько взаимосвязанных подзадач с определением правил взаимодействия между ними. Разбивка задачи и стандартизация протоколов позволяет принимать участие в ее решении большому количеству сторон — разработчиков программных и аппаратных средств, изготовителей коммуникационного и вспомогательного (например, тестового) оборудования и инсталляторов, доносящих все эти плоды прогресса до конечных потребителей. Применение открытых технологии и следование общепринятым стандартам позволяет избежать эффекта вавилонского столпотворения. Конечно, в какой-то момент стандарт становится тормозом развития, но кто-то делает прорыв, и его новая фирменная технология со временем выливается в новый стандарт.

В этой главе будут определены основные понятия, необходимые для описания конкретных сетевых технологий и типов активного оборудования.

## 1.1. Базовая модель взаимодействия открытых систем OSI

Для описания способов коммуникации между сетевыми устройствами организацией ISO была разработана модель взаимосвязи открытых систем *BOC — OSI* (Open System Interconnection). Она основана на *уровневых протоколах*, что позволяет обеспечить:

- > логическую декомпозицию сложной сети на обозримые части — уровни;
  - стандартные интерфейсы между сетевыми функциями;
  - симметрию в отношении функции, реализуемых в каждом узле сети (аналогичность функций одного уровня в каждом узле сети);
- общий язык для взаимопонимания разработчиков различных частей сети.

Функции любого узла сети разбиваются на *уровни*, для конечных систем их семь (рис. 1.1). Внутри каждого узла взаимодействие между уровнями идет по вертикали. Взаимодействие между двумя узлами логически происходит по горизонтали — между соответствующими уровнями. Реально же из-за отсутствия непосредственных горизонтальных связей производится спуск до нижнего уровня в источнике, связь через физическую среду и подъем до соответствующего уровня в приемнике информации.



ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ ВЫСЫЛАЮТСЯ НА  
КОМПАКТ-ДИСКЕ, ЛИБО ПО ЭЛЕКТРОННОЙ  
ПОЧТЕ.

Заказ: <http://psbatishev.narod.ru/zakaz.htm>

*Примечание: заказывая отсканированные копии книг, Вы принимаете на себя всю ответственность за  
возможные нарушения авторских прав.*