

Содержание

Об авторах	19
Введение	21
ЧАСТЬ I. ЭВОЛЮЦИЯ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.....	23
Глава 1. Основы передачи информации	24
Распространение звука и телефонный аппарат.....	24
Структура телефонной сети.....	26
Абонентская линия	27
Центральная АТС	28
Магистральные линии связи	30
Сеть целиком	30
Частные сети.....	32
Учрежденческая телефонная станция.....	32
Традиционная и IP-телефония	33
Схема нумерации в Северной Америке	35
Специальные номера	36
Что если номера иссякнут?.....	37
Ассоциации телефонной индустрии	38
Организации, занимающиеся разработкой стандартов	38
Регулирующие организации	40
Глава 2. Введение в сети передачи данных.....	41
Эволюция вычислительной техники	41
Большие вычислительные машины.....	42
Сверхмалые вычислительные машины	44
Персональные компьютеры.....	45
Модель клиент/сервер	45
Эталонная модель OSI-ISO	48
Уровни модели.....	49
Прикладной уровень.....	55
Уровень Представления.....	55

Сеансовый уровень	55
Транспортный уровень	56
Сетевой уровень	56
Канальный уровень	57
Физический уровень	58
Модель OSI сегодня	59
Другие модели	59
Системная сетевая архитектура	60
Стек протоколов Интернета	62
Несколько примеров компьютерных сетей	65
Офисная сеть	66
Сеть небольшой компании	67
Сеть корпорации	69
Глава 3. Введение в Интернет	73
Что такое Интернет?	73
Краткий исторический обзор	74
Интернет и другие сетевые проекты	78
Коммерческий Интернет	81
Развитие, администрирование и контроль в сети Интернет	83
Структура Интернета	84
Компоненты Интернета	85
Иерархия Интернета	86
Точки доступа к сети	87
Национальные (уровня 1) ISP	90
Региональные (уровня 2) ISP	90
Сетевые межсоединения	91
Подключение к сети Интернет	94
Коммутируемый доступ	96
Доступ по широкополосной сети	96
Соединения по выделенным каналам	97
Службы Интернета	98
Резюме	100
ЧАСТЬ II. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ	101
Глава 4. Физический уровень	102
Архитектуры Физического уровня	103
Симплексная, полудуплексная и дуплексная передача — в чем различие?	103
Сравнение взаимодействия "точка-точка" и многоточечного взаимодействия	104
Последовательная и параллельная передача	106
Физическая среда передачи данных	107
Передача сигналов и информационное содержимое	111
Широкополосная передача сигналов	111
Узкополосная передача сигналов	114
Сравнение широкополосной и узкополосной передачи сигналов	115
Ограничения на передачу сигналов и информационная емкость канала	117

Временные соотношения и синхронизация.....	119
Синхронизация в параллельных интерфейсах.....	119
Синхронизация в последовательных интерфейсах.....	120
Асинхронная передача.....	120
Синхронная передача.....	122
Мультиплексирование на Физическом уровне.....	123
Частотное мультиплексирование.....	123
Мультиплексирование с разделением времени.....	125
Примеры протоколов Физического уровня.....	126
EIA-232-E.....	126
Рекомендация X.21 ITU.....	128
Резюме.....	129
Глава 5. Протоколы Канального уровня.....	130
Функции Канального уровня.....	130
Сервисы Канального уровня.....	131
Управление доступом к каналу связи.....	133
Другие методы управления доступом к каналу связи.....	134
Синхронизация кадров.....	135
Асинхронная синхронизация кадров.....	135
Синхронная синхронизация кадров.....	135
Разграничение данных.....	136
Методы разграничения данных.....	136
Однозначность.....	136
Выявление ошибок и восстановление.....	137
Контроль с помощью кода циклического контроля.....	137
Прямое исправление ошибок.....	138
Выявление ошибок и повторная передача.....	138
Управление потоком данных.....	141
Протоколы плавающего окна.....	141
Адресация.....	142
Установка соединения и разъединение.....	143
Существующие протоколы Канального уровня.....	143
HDLC.....	143
SDLC.....	144
LAPB.....	144
LAPD.....	144
Формат кадра HDLC.....	145
BISYNC.....	145
DDCMP.....	146
Структура сообщений DDCMP.....	147
Эволюция сервисов.....	147
Протоколы двухточечных соединений.....	148
SLIP.....	148
Что такое PPP?.....	149
Формат кадра PPP.....	150
Операции PPP.....	151
Сеанс PPP.....	151

Протоколы ЛВС.....	154
Протоколы ГВС.....	154
Глава 6. Коммутация	155
Основы коммутации	155
Коммутация каналов.....	156
Системы реального времени против интерактивных.....	159
Коммутация пакетов	160
Типы сетей с коммутацией пакетов.....	163
Пакетные сети	167
Пакетные сети без установления соединений.....	167
Пакетные сети с установлением соединения.....	168
Коммутаторы	169
Коммутаторы каналов.....	169
Пакетные коммутаторы	171
Резюме	172
Глава 7. Сетевой уровень	173
Роль Сетевого уровня	173
Сети с установлением соединений.....	174
Path Control.....	174
Сети без установления соединений	176
Маршрутизаторы и маршрутизация	176
Прямая и косвенная маршрутизация.....	179
Статические маршруты.....	185
Примеры протоколов.....	187
AppleTalk.....	187
DECNet Phase IV.....	188
IPv6	189
IPX	190
NetBEUI	191
Глава 8. Транспортный уровень.....	193
Операции Транспортного уровня.....	194
Адресация Транспортного уровня.....	195
Установление и разрыв соединения.....	197
Передача данных	199
Назначение данным приоритетов	199
Выявление и исправление ошибок	199
Управление потоком данных.....	200
Восстановление после сбоя.....	201
Мультиплексирование	202
Особый случай: Транспортный уровень без установления соединений	204
Примеры реализаций Транспортного уровня	205
TCP и UDP	205
Протоколы Транспортного уровня OSI	206
Резюме	208

Глава 9. Верхние уровни.....	209
OSI и TCP/IP: три уровня против одного.....	209
Сеансовый уровень.....	210
Необходимость в уровнях Представления и Прикладном.....	211
Уровень Представления.....	215
Прикладной уровень.....	217
Прикладной уровень TCP/IP.....	219
Примеры Прикладного уровня TCP/IP.....	219
Электронная почта.....	220
World Wide Web.....	221
Примеры Прикладного уровня OSI.....	222
Службы каталогов.....	222
Удаленный вызов процедур.....	224
Примеры уровня Представления OSI.....	225
Сжатие.....	225
Шифрование.....	226
Примеры Сеансового уровня OSI.....	227
NetBIOS.....	227
Резюме.....	228
ЧАСТЬ III. ТЕЛЕФОННЫЕ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	229
Глава 10. Передача.....	230
Аналоговые проводные системы передачи.....	231
Цифровые проводные системы передачи.....	232
Почему цифровая?.....	233
Аналого-цифровое преобразование: кодек.....	234
Мультиплексирование T1.....	237
Телефонные сигналы в среде T1.....	238
Анатомия линии связи T1.....	239
Технология T1 для передачи данных.....	240
Области применения T1.....	242
Межстанционные линии связи в телефонных сетях.....	242
Системы DLC.....	242
Управление совокупной пропускной способностью.....	243
T1 для частных линий связи.....	243
T1 для доступа к телефонным сетям общего пользования.....	244
T1 для доступа к сетям передачи данных.....	244
Интерфейс основного уровня ISDN.....	244
Мультиплексирование M1/3.....	245
Цифровые оптические системы передачи.....	248
Иерархия сигналов SONET/SDH.....	249
Анатомия участка сети SONET.....	250
SONET как многоуровневая протокольная архитектура.....	252
STS и OC: в чем разница?.....	253
Формат кадра STS-1 сети SONET.....	254
Служебная информация секции SONET.....	255
Служебная информация линии SONET.....	256

Поле синхронной полезной нагрузки кадра STS-1 сети SONET.....	256
Служебная информация тракта SONET.....	257
Внутренняя структура SPE.....	257
Пересмотр уровней SONET.....	261
Почему операторы связи (и клиенты) любят SONET?.....	262
SONET/SDH для стандартизованных оптических соединяющих участков.....	262
SONET/SDH для стандартов, обеспечивающих скорости передачи свыше 45 Мбит/с.....	263
SONET и упрощенное управление пропускной способностью.....	263
Отказоустойчивость SONET.....	265
Функционирование, администрирование, обслуживание и обеспечение (OAM&P) SONET.....	266
Аналоговые оптические системы передачи.....	267
Спектральное разделение.....	268
Анатомия участка WDM/DWDM.....	269
EDFA: основа рентабельности WDM/DWDM.....	270
Рождение оптической сети.....	272
Резюме.....	273
Глава 11. Коммутация в PSTN.....	275
Проектирование трафика.....	275
Решение связанных с трафиком проблем.....	276
Измерение нагрузки.....	277
Совокупность характеризующих трафик данных.....	277
Прогнозирование уровня трафика.....	278
Обеспечение оборудованием.....	279
Уровень обслуживания.....	279
Характеристики телефонного трафика.....	279
Допущения относительно телефонного трафика.....	280
Применение информации и определение вероятности блокирования вызовов.....	282
Соображения эффективности.....	282
Управление сетью.....	284
Коммутация трафика.....	285
Требования коммутации каналов.....	286
Структура коммутатора.....	286
Цифровая коммутация с разделением времени: TSI, TMS и TMT.....	287
Устройство управления коммутатора.....	290
Интерфейсы коммутаторов.....	291
Примеры цифровых коммутаторов и требования к ним.....	292
Lucent 5ESS и 5ESS-2000.....	293
Переход от 5ESS к 7 R/E.....	294
Nortel DMS-100.....	295
Телефонные системы частного пользования.....	298
Системы цифровых кросс-соединений.....	299
Резюме.....	300

Глава 12. Общеканальная система сигнализации № 7.....	301
История сигнализации.....	303
Структура и реализация SS7.....	304
Компоненты SS7.....	305
Архитектура протокола SS7.....	307
Сценарии SS7.....	309
Интеллектуальные сети.....	311
Примеры сервисов IN.....	313
Виртуальные частные сети.....	314
Услуга альтернативной оплаты.....	315
Вызовы по номеру 800.....	315
Будущее интеллектуальной сети.....	316
Резюме.....	317
Глава 13. Цифровая сеть с интеграцией услуг.....	318
Введение в ISDN.....	318
Почему ISDN?.....	319
ITU-T ISDN.....	319
Объяснение ISDN.....	321
Функциональные элементы ISDN.....	322
Опорные точки ISDN.....	322
Каналы ISDN.....	324
B-каналы.....	324
D-каналы.....	325
H-каналы.....	326
Интерфейсы ISDN.....	327
Топология базового уровня.....	328
Топология основного уровня.....	329
Сигнализация ISDN.....	331
ISDN и SS7.....	332
Пример ISDN-вызова.....	333
Текущее состояние ISDN.....	334
Резюме.....	335
Глава 14. Беспроводная телефония.....	336
Радиоволны.....	336
Мобильное радио.....	339
Сотовая связь.....	340
Структура сотовой сети.....	340
Передача вызова.....	346
Сигнализация.....	347
Технологии уплотнения каналов связи.....	351
FDMA.....	353
TDMA.....	353
CDMA.....	354
Прямое сравнение FDMA, TDMA и CDMA.....	354

GSM	356
Беспроводные системы третьего поколения	361
Резюме	365

ЧАСТЬ IV. СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ 367

Глава 15. Локальная вычислительная сеть 368

Компоненты ЛВС.....	369
Среда передачи	369
Проводная и беспроводная сети	370
Топологии	372
Физические топологии	372
Логические топологии	375
Адаптеры ЛВС.....	377
Управление доступом к среде передачи.....	379
CSMA/CD.....	380
Стандарты IEEE 802 для ЛВС.....	381
IEEE 802.3: Ethernet	381
Стандарты среды передачи Ethernet	383
Стандарт Gigabit Ethernet	384
Распределенный опрос с маркерным доступом: IEEE 802.5	386
Беспроводные ЛВС: IEEE 802.11	388
Управление логическим соединением: IEEE 802.2.....	390
Архитектуры коммутации и мосты.....	392
Прозрачная маршрутизация	395
Процесс обучения.....	397
Маршрутизация от источника.....	401
Резюме	402

Глава 16. Первая сеть с коммутацией пакетов: X.25 403

Рекомендация X.25 ITU-T (CCITT).....	404
Физический уровень X.25: X.21/X.21bis.....	405
Канальный уровень X.25: LAPB.....	406
Сетевой уровень X.25: протокол уровня пакета.....	408
Типы пакетов, форматы и коды X.25 PLP	408
Установление соединения X.25 и разъединение	412
Дополнительные пользовательские возможности X.25	414
Замкнутая группа абонентов.....	415
Обратный вызов и прием обратного вызова.....	415
Согласование параметров управления потоком данных.....	415
Специальные операции в X.25 PLP.....	416
Сквозное подтверждение: D-бит.....	416
Формирование и сборка пакетов PLP: M-бит.....	417
Отправка данных специального назначения: Q-бит	418
Другие используемые в сетях PSPDN рекомендации серии X	418
Объединение сетей PSPDN: рекомендация X.75.....	419

Коммутируемый доступ к PSPDN: рекомендация X.32.....	420
X.32 и полудуплексные физические каналы.....	421
X.32 и идентификация DTE вызывающей стороны.....	421
Взаимосвязь PSPDN и ISDN: рекомендация X.31	421
Доступ к PSPDN асинхронных устройств: рекомендации X.3/X.28/X.29.....	422
Определение функции PAD: рекомендация X.3.....	422
Команды PAD и служебные сигналы: рекомендация X.28	423
Управление PAD, осуществляемое DTE X.25: рекомендация X.29.....	424
Другие реализации PAD.....	424
Схема адресации глобальной PSPDN: рекомендация X.121	425
Варианты доступа к PSPDN, модели ценообразования и области применения.....	426
Ценообразующий элемент 1: стоимость клиентского оборудования.....	427
Ценообразующий элемент 2: канал доступа.....	427
Ценообразующий элемент 3: оплата портов.....	428
Ценообразующий элемент 4: оплата транспортировки данных	428
Ценообразующий элемент 5: дополнительные возможности.....	429
Резюме.....	429
Глава 17. Ретрансляция кадров.....	431
Основы ретрансляции кадров.....	431
Спецификации ретрансляции кадров	432
Типы сервиса	435
Адресация виртуальных каналов	436
Коммутируемые виртуальные каналы	437
Коммутируемые постоянные виртуальные каналы.....	437
Формат кадра LAPF-Core.....	438
Значения DLCI.....	438
Явное оповещение о возникновении перегрузки	439
Перегрузка и отбрасывание кадров	439
Параметры класса услуг ретрансляции кадров.....	440
Превышение CIR.....	441
Нулевая CIR.....	441
Управление каналом связи.....	442
Функции управления каналом связи.....	442
Варианты доступа к сети ретрансляции кадров.....	443
Интерфейс "сеть-сеть".....	443
Ретрансляция кадров и ATM	444
Межсетевое взаимодействие сетей Frame Relay/ATM, использующее соглашение FRF.5	445
Межсетевое взаимодействие сервисов Frame Relay/ATM, использующее соглашение FRF.8	445
Профиль клиента ретрансляции кадров	446
Ретрансляция кадров в сетях ISP.....	447
Frame Relay и другие протоколы	448
Многopротокольные стандарты	448
Области применения: соединение сетей.....	449
Области применения: SNA.....	449
Области применения: передача голоса через сеть ретрансляции кадров.....	450

Проблемы реализации ретрансляции кадров	451
Клиентское сетевое управление.....	451
Сервис группового вещания.....	452
Стоимость сервиса ретрансляции кадров	453
Оборудование ретрансляции кадров.....	454
Коммутаторы	454
Устройства FRAD и маршрутизаторы	454
Резюме	455
Глава 18. Асинхронный режим передачи.....	456
Ячейки и скорость: ключевые аспекты ATM.....	456
Классы трафика ATM	457
Уровни и протоколы ATM	458
Физический уровень ATM.....	459
Уровень ATM	460
Поле общего управления потоком данных	460
Поля идентификаторов виртуального пути и виртуального канала	461
Поле идентификатора типа полезной нагрузки	462
Бит приоритета потери ячейки.....	463
Поле контроля ошибок заголовка.....	463
Уровень адаптации ATM	463
SAR-подуровень AAL	464
Подуровень конвергенции AAL	464
Общее описание уровней ATM и операций протокола	467
Соединения и операции ATM	468
Классы трафика ATM и параметры качества обслуживания.....	469
Сервис постоянной скорости передачи битов.....	470
Сервис реального времени с переменной скоростью передачи битов.....	471
Сервис с переменной скоростью передачи битов без режима реального времени	471
Сервис неопределенной скорости передачи битов	471
Сервис доступной скорости передачи битов	472
Итоговый обзор соединений и операций ATM	473
Области применения ATM.....	473
ATM в магистральных сетях операторов связи	473
Сервисы ретрансляции ячеек	474
Сервисы поддержки ретрансляции кадров.....	474
Сервисы эмуляции каналов	475
Сервисы поддержки ADSL	475
ATM в частных сетях	476
Эмуляция ЛВС	476
Многопротокольная передача через ATM.....	476
Резюме	477
ЧАСТЬ V. ИНТЕРНЕТ	479
Глава 19. Стек протоколов сети Интернет	480
Сетевой уровень	481
Протокол IP	481

IP-адресация	482
Классы адресов	483
Маска подсети	485
VLSM	486
CIDR	488
NAT	490
DHCP	492
IPv6	494
IP-маршрутизация	497
RIP	502
OSPF	504
Протоколы TCP/UDP Транспортного уровня	505
Классы услуг	506
Протокол UDP	507
Известные порты	508
Прикладные сервисы	510
DNS	510
FTP	512
ICMP	513
SNMP	514
SMTP/POP/MIME	515
HTTP	517
Резюме	519
Глава 20. Варианты доступа в Интернет	520
Высокоскоростной доступ в Интернет и PSTN	521
Коммутируемый доступ в Интернет — стандарт модемов V.90	522
Модемы стандарта V.90 — за и против	523
Всегда доступный Интернет — ADSL	524
Архитектура ADSL	525
Преимущества ADSL	527
Трудности с ADSL	527
Выводы относительно ADSL	531
Высокоскоростной доступ в Интернет и сети CATV	532
Структура CATV	532
Полностью коаксиальные сети CATV	532
Комбинированные оптокоаксиальные сети CATV	534
Стандарты и протоколы CATV	535
Спецификации интерфейса передачи информации по кабельным системам	535
Кабельные модемы для высокоскоростного доступа в Интернет — за и против	536
Выводы относительно кабельных модемов	537
Беспроводные альтернативы для высокоскоростного доступа в Интернет	537
Стационарные беспроводные альтернативы	538
Local Multipoint Distribution Services (LMDS)	538
Multichannel Multipoint Distribution Services (MMDS)	539

Варианты спутникового беспроводного доступа в Интернет.....	540
GEO-системы.....	540
LEO-системы.....	541
Резюме.....	542
Глава 21. Сети провайдеров услуг Интернета.....	543
Доступ.....	544
Точки доступа к сети и частный, равноправный информационный обмен.....	545
Аутентификация, авторизация и учет.....	548
Основные сервисы.....	549
Рассмотрение маршрутизации и BGP.....	552
Дополнительные услуги.....	558
Резюме.....	560
ЧАСТЬ VI. КОНВЕРГЕНЦИЯ.....	561
Глава 22. Введение в магистрали ATM.....	562
ATM и Интернет.....	562
Точки доступа к сети.....	563
ATM как технология передачи уровня 1.....	564
vBNS.....	565
Использование ATM с ADSL.....	565
Разделение функций.....	566
Межсетевое взаимодействие с сетями ретрансляции кадров.....	567
Опции меж сетевого взаимодействия с ретрансляцией кадров.....	568
Инкапсуляция/отображение LAPF в AAL5 (FRF.5).....	568
Межсетевое взаимодействие сервисов Frame Relay-ATM (FRF.8).....	569
Проблемы управления трафиком Frame Relay-ATM.....	570
ATM как магистраль PSTN.....	570
ATM как универсальное средство передачи.....	570
QoS ATM.....	572
Магистрали ATM: резюме.....	572
Глава 23. Протокол IP как основа.....	573
Качество обслуживания.....	574
Дифференцированные услуги.....	574
MPLS.....	575
Безопасность.....	579
Введение в криптографию.....	579
Криптография с открытым ключом.....	581
Цифровые сертификаты.....	585
Введение в межсетевые средства защиты.....	587
Пакетные фильтры.....	589
Брандмауэры экспертного уровня.....	590
Прокси-серверы.....	591
Виртуальные частные сети.....	591
Туннелирование.....	591
Аутентификация удаленного доступа.....	594

IP-телефония	598
Традиционная и IP-телефония в сравнении	598
Компоненты	599
Стандарты	601
H.323	601
Megaco/SIP	603
Приложения	605
Сети провайдеров	607
Резюме	609
Приложение	611
IP-сеть оператора связи	612
IP VPN	613
Коммутация каналов	614
Интернет изнутри: от вашего дома до сервера	616
Корпоративная сеть передачи данных	618
Предметный указатель	619