

В.Г. ОЛИФЕР, Н.А. ОЛИФЕР

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

**ПРИНЦИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ,
ПРОТОКОЛЫ**

УЧЕБНИК

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ	7
1.1. От централизованных систем - к вычислительным сетям.....	7
1.1.1. Эволюция вычислительных систем.....	7
1.1.2. Вычислительные сети - частный случай распределенных систем.....	12
1.1.3. Основные программные и аппаратные компоненты сети.....	16
1.1.4. Что дает предприятию использование сетей.....	17
Выводы	20
1.2. Основные проблемы построения сетей.....	21
1.2.1. Связь компьютера с периферийными устройствами.....	21
1.2.2. Простейший случай взаимодействия двух компьютеров.....	23
1.2.3. Проблемы физической передачи данных по линиям связи.....	26
1.2.4. Проблемы объединения нескольких компьютеров.....	27
1.2.5. Ethernet - пример стандартного решения сетевых проблем.....	34
1.2.6. Структуризация как средство построения больших сетей	37
1.2.7. Сетевые службы	43
Выводы	45
1.3. Понятие «открытая система» и проблемы стандартизации.....	46
1.3.1. Многоуровневый подход. Протокол. Интерфейс. Стек протоколов.....	46
1.3.2. Модель OSI.....	50
1.3.3. Уровни модели OSI.....	53
1.3.4. Понятие «открытая система»	60
1.3.5. Модульность и стандартизация.....	61
1.3.6. Источники стандартов	62
1.3.7. Стандартные стеки коммуникационных протоколов	66
Выводы	70
1.4. Локальные и глобальные сети.....	71
1.4.1. Особенности локальных, глобальных и городских сетей.....	71
1.4.2. Отличия локальных сетей от глобальных.....	72
1.4.3. Тенденция к сближению локальных и глобальных сетей.....	73
Выводы	75
1.5. Сети отделов, кампусов и корпораций	75
1.5.1. Сети отделов	75
1.5.2. Сети кампусов	76
1.5.3. Корпоративные сети	77
Выводы	79
1.6. Требования, предъявляемые к современным вычислительным сетям	80
1.6.1. Производительность.....	81
1.6.2. Надежность и безопасность	83
1.6.3. Расширяемость и масштабируемость	84
1.6.4. Прозрачность.....	85
1.6.5. Поддержка разных видов трафика	86
1.6.6. Управляемость.....	87
1.6.7. Совместимость	88
Выводы	88
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ.....	89
ОСНОВЫ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНЫХ ДАННЫХ	91
2.1. Линии связи	91
2.1.1. Типы линий связи.....	91
2.1.2. Аппаратура линий связи.....	93
2.1.3. Характеристики линий связи.....	95
2.1.4. Стандарты кабелей	105
Выводы	112
2.2. Методы передачи дискретных данных на физическом уровне	114
2.2.1. Аналоговая модуляция	114
2.2.2. Цифровое кодирование.....	117
2.2.3. Логическое кодирование.....	122

2.2.4. Дискретная модуляция аналоговых сигналов	126
2.2.5. Асинхронная и синхронная передачи	129
Выводы	130
2.3. МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ КАНАЛЬНОГО УРОВНЯ	131
2.3.1. Асинхронные протоколы	132
2.3.2. Синхронные символично-ориентированные и бит-ориентированные протоколы	132
2.3.3. Передача с установлением соединения и без установления соединения	137
2.3.4. Обнаружение и коррекция ошибок	138
2.3.5. Компрессия данных	143
Выводы	145
2.4. МЕТОДЫ КОММУТАЦИИ	145
2.4.1. Коммутация каналов	147
2.4.2. Коммутация пакетов	153
2.4.3. Коммутация сообщений	159
Выводы	160
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ	160
БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	162
3.1. ПРОТОКОЛЫ И СТАНДАРТЫ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	162
3.1.1. Общая характеристика протоколов локальных сетей	162
3.1.2. Структура стандартов IEEE 802.X	164
Выводы	167
3.2. ПРОТОКОЛ LLC УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИМ КАНАЛОМ (802.2)	168
3.2.1. Три типа процедур уровня LLC	169
3.2.2. Структура кадров LLC. Процедура с восстановлением кадров LLC2	170
Выводы	172
3.3. ТЕХНОЛОГИЯ ETHERNET (802.3)	173
3.3.1. Метод доступа CSMA/CD	174
3.3.2. Максимальная производительность сети Ethernet	179
3.3.3. Форматы кадров технологии Ethernet	182
3.3.4. Спецификации физической среды Ethernet	186
3.3.5. Методика расчета конфигурации сети Ethernet	197
Выводы	201
3.4. ТЕХНОЛОГИЯ TOKEN RING (802.5)	202
3.4.1. Основные характеристики технологии	202
3.4.2. Маркерный метод доступа к разделяемой среде	202
3.4.3. Форматы кадров Token Ring	205
3.4.4. Физический уровень технологии Token Ring	208
Выводы	210
3.5. ТЕХНОЛОГИЯ FDDI	210
3.5.1. Основные характеристики технологии	211
3.5.2. Особенности метода доступа FDDI	213
3.5.3. Отказоустойчивость технологии FDDI	214
3.5.4. Физический уровень технологии FDDI	215
3.5.5. Сравнение FDDI с технологиями Ethernet и Token Ring	217
Выводы	218
3.6. FAST ETHERNET и 100VG - ANYLAN КАК РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ETHERNET	218
3.6.1. Физический уровень технологии Fast Ethernet	219
3.6.2. Правила построения сегментов Fast Ethernet при использовании повторителей	225
3.6.3. Особенности технологии 100VG-AnyLAN	228
Выводы	231
3.7. ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ GIGABIT ETHERNET	232
3.7.1. Общая характеристика стандарта	232
3.7.2. Средства обеспечения диаметра сети в 200 м на разделяемой среде	235
3.7.3. Спецификации физической среды стандарта 802.3z	235
3.7.4. Gigabit Ethernet на витой паре категории 5	236
Выводы	238
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ	238
ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПО СТАНДАРТАМ ФИЗИЧЕСКОГО И КАНАЛЬНОГО УРОВНЕЙ	242

4.1. СТРУКТУРИРОВАННАЯ КАБЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	242
4.1.1. Иерархия в кабельной системе	243
4.1.2. Выбор типа кабеля для горизонтальных подсистем	245
4.1.3. Выбор типа кабеля для вертикальных подсистем	248
4.1.4. Выбор типа кабеля для подсистемы кампуса	249
Выводы	250
4.2. КОНЦЕНТРАТОРЫ И СЕТЕВЫЕ АДАПТЕРЫ	250
4.2.1. Сетевые адаптеры	250
4.2.2. Концентраторы	253
Выводы	264
4.3. ЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ МОСТОВ И КОММУТАТОРОВ	264
4.3.1. Причины логической структуризации локальных сетей	264
4.3.2. Принципы работы мостов	272
4.3.3. Коммутаторы локальных сетей	280
4.3.4. Полнодуплексные протоколы локальных сетей	285
4.3.5. Управления потоком кадров при полудуплексной работе	290
Выводы	291
4.4. ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ КОММУТАТОРОВ	292
4.4.1. Особенности технической реализации коммутаторов	292
4.4.2. Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов	299
4.4.3. Дополнительные функции коммутаторов	303
4.4.4. Виртуальные локальные сети	310
4.4.5. Типовые схемы применения коммутаторов в локальных сетях	315
Выводы	319
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ	320
СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ КАК СРЕДСТВО ПОСТРОЕНИЯ БОЛЬШИХ СЕТЕЙ	322
5.1. ПРИНЦИПЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛОВ СЕТЕВОГО УРОВНЯ	322
5.1.1. Ограничения мостов и коммутаторов	322
5.1.2. Понятие internetworking	323
5.1.3. Принципы маршрутизации	326
5.1.4. Протоколы маршрутизации	330
5.1.5. Функции маршрутизатора	334
5.1.6. Реализация межсетевого взаимодействия средствами TCP/IP	338
Выводы	342
5.2. АДРЕСАЦИЯ В IP-СЕТЯХ	343
5.2.1. Типы адресов стека TCP/IP	343
5.2.2. Классы IP-адресов	344
5.2.3. Особые IP-адреса	346
5.2.4. Использование масок в IP-адресации	347
5.2.5. Порядок распределения IP-адресов	349
5.2.6. Автоматизация процесса назначения IP-адресов	350
5.2.7. Отображение IP-адресов на локальные адреса	351
5.2.8. Отображение доменных имен на IP-адреса	354
Выводы	360
5.3. ПРОТОКОЛ IP	360
5.3.1. Основные функции протокола IP	360
5.3.2. Структура IP-пакета	361
5.3.3. Таблицы маршрутизации в IP-сетях	365
5.3.4. Маршрутизация без использования масок	370
5.3.5. Маршрутизация с использованием масок	373
5.3.6. Фрагментация IP-пакетов	384
5.3.7. Протокол надежной доставки TCP-сообщений	387
Выводы	393
5.4. ПРОТОКОЛЫ МАРШРУТИЗАЦИИ В IP-СЕТЯХ	394
5.4.1. Внутренние и внешние протоколы маршрутизации Internet	394
5.4.2. Дистанционно-векторный протокол RIP	396
5.4.3. Протокол «состояния связей» OSPF	404
Выводы	408
5.5. СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ СОСТАВНЫХ СЕТЕЙ СТЕКА NOVELL	409
5.5.1. Общая характеристика протокола IPX	409

5.5.2. Формат пакета протокола IPX.....	411
5.5.3. Маршрутизация протокола IPX.....	413
Выводы	415
5.6. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАРШРУТИЗАТОРОВ И КОНЦЕНТРАТОРОВ	415
5.6.1. Маршрутизаторы	415
5.6.2. Корпоративные модульные концентраторы.....	421
5.6.3. Стирание граней между коммутаторами и маршрутизаторами	422
Выводы	427
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ.....	428
ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ	430
6.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	432
6.1.1. Обобщенная структура и функции глобальной сети.....	432
6.1.2. Типы глобальных сетей	439
Выводы	445
6.2. ГЛОБАЛЬНЫЕ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ВЫДЕЛЕННЫХ ЛИНИЙ.....	446
6.2.1. Аналоговые выделенные линии.....	447
6.2.2. Цифровые выделенные линии.....	451
6.2.3. Протоколы канального уровня для выделенных линий	465
6.2.4. Использование выделенных линий для построения корпоративной сети	470
Выводы	474
6.3. ГЛОБАЛЬНЫЕ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ С КОММУТАЦИЕЙ КАНАЛОВ	476
6.3.1. Аналоговые телефонные сети.....	477
6.3.2. Служба коммутируемых цифровых каналов Switched 56	481
6.3.3. ISDN - сети с интегральными услугами	482
Выводы	493
6.4. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ	495
6.4.1. Принцип коммутации пакетов с использованием техники виртуальных каналов.....	495
6.4.2. Сети X.25.....	498
6.4.3. Сети Frame Relay	505
6.4.4. Технология ATM.....	515
Выводы	541
6.5. УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП	542
6.5.1. Основные схемы глобальных связей при удаленном доступе.....	542
6.5.2. Доступ компьютер - сеть	545
6.5.3. Удаленный доступ через промежуточную сеть	550
Выводы	554
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ.....	555
СРЕДСТВА АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ	557
7.1. ФУНКЦИИ И АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ	557
7.1.1. Функциональные группы задач управления.....	557
7.1.2. Многоуровневое представление задач управления	561
7.1.3. Архитектуры систем управления сетями	564
Выводы	569
7.2. СТАНДАРТЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	569
7.2.1. Стандартизуемые элементы системы управления.....	569
7.2.2. Стандарты систем управления на основе протокола SNMP	570
7.2.3. Стандарты управления OSI	582
Выводы	592
7.3. МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	593
7.3.1. Классификация средств мониторинга и анализа	593
7.3.2. Анализаторы протоколов	594
7.3.3. Сетевые анализаторы	596
7.3.4. Кабельные сканеры и тестеры	596
7.3.5. Многофункциональные портативные приборы мониторинга	597
7.3.6. Мониторинг локальных сетей на основе коммутаторов.....	601
Выводы	603
ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ.....	604

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	605
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ	606
ГЛАВА 1	606
ГЛАВА 2	607
ГЛАВА 3	608
ГЛАВА 4	609
ГЛАВА 5	610
ГЛАВА 6	611
ГЛАВА 7	612
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	613