

От авторов

Для кого эта книга

Изменения в четвертом издании

Структура книги

Веб-сайт поддержки книги

Благодарности

ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Глава 1. Эволюция компьютерных сетей

Два корня компьютерных сетей

Вычислительная и телекоммуникационная технологии

Системы пакетной обработки

Многотерминальные системы — прообраз сети

Первые компьютерные сети

Первые глобальные сети

Первые локальные сети

Конвергенция сетей

Сближение локальных и глобальных сетей

Конвергенция компьютерных и телекоммуникационных сетей

Выводы

Вопросы и задания

Глава 2. Общие принципы построения сетей

Простейшая сеть из двух компьютеров

Совместное использование ресурсов

Сетевые интерфейсы

Связь компьютера с периферийным устройством

Обмен данными между двумя компьютерами

Доступ к ПУ через сеть

Сетевое программное обеспечение

Сетевые службы и сервисы

Сетевая операционная система

Сетевые приложения

Физическая передача данных по линиям связи

Кодирование

Характеристики физических каналов

Проблемы связи нескольких компьютеров

Топология физических связей

Адресация узлов сети

Коммутация

Обобщенная задача коммутации

Определение информационных потоков

Маршрутизация

Продвижение данных

Мультиплексирование и демуплексирование

Разделяемая среда передачи данных

Типы коммутации

Выводы

Вопросы и задания

Глава 3. Коммутация каналов и пакетов

Коммутация каналов

Элементарный канал

Составной канал

Неэффективность при передаче пульсирующего трафика

Коммутация пакетов

Буферизация пакетов

Дейтаграммная передача

Передача с установлением логического соединения

Передача с установлением виртуального канала
Сравнение сетей с коммутацией пакетов и каналов
Транспортная аналогия для сетей с коммутацией пакетов и каналов
Количественное сравнение задержек
Ethernet — пример стандартной технологии с коммутацией пакетов
Выводы
Вопросы и задания
Глава 4. Архитектура и стандартизация сетей
Декомпозиция задачи сетевого взаимодействия
Многоуровневый подход
Протокол и стек протоколов
Модель OSI
Общая характеристика модели OSI
Физический уровень
Канальный уровень
Сетевой уровень
Транспортный уровень
Сеансовый уровень
Уровень представления
Прикладной уровень
Модель OSI и сети с коммутацией каналов
Стандартизация сетей
Понятие открытой системы
Источники стандартов
Стандартизация Интернета
Стандартные стеки коммуникационных протоколов
Соответствие популярных стеков протоколов модели OSI
Информационные и транспортные услуги
Распределение протоколов по элементам сети
Вспомогательные протоколы транспортной системы
Выводы
Вопросы и задания
Глава 5. Примеры сетей
Классификация компьютерных сетей
Классификация компьютерных сетей в технологическом аспекте
Другие аспекты классификации компьютерных сетей
Обобщенная структура телекоммуникационной сети
Сеть доступа
Магистральная сеть
Информационные центры
Сети операторов связи
Услуги
Клиенты
Инфраструктура
Территория покрытия
Взаимоотношения между операторами связи различного типа
Корпоративные сети
Сети отделов
Сети зданий и кампусов
Сети масштаба предприятия
Интернет
Уникальность Интернета
Структура Интернета
Классификация провайдеров Интернета по видам оказываемых услуг
Выводы
Вопросы и задания

Глава 6. Сетевые характеристики
Типы характеристик
Субъективные оценки качества
Характеристики и требования к сети
Временная шкала
Соглашение об уровне обслуживания
Производительность
Идеальная сеть
Статистические оценки характеристик сети
Активные и пассивные измерения в сети
Характеристики задержек пакетов
Характеристики скорости передачи
Надежность
Характеристики потерь пакетов
Доступность и отказоустойчивость
Характеристики сети поставщика услуг
Расширяемость и масштабируемость
Управляемость
Совместимость
Выводы
Вопросы и задания
Глава 7. Методы обеспечения качества обслуживания
Обзор методов обеспечения качества обслуживания
Приложения и качество обслуживания
Предсказуемость скорости передачи данных
Чувствительность трафика к задержкам пакетов
Чувствительность трафика к потерям и искажениям пакетов
Классы приложений
Анализ очередей
Модель M/M/1
Очереди и различные классы трафика
Техника управления очередями
Очередь FIFO
Приоритетное обслуживание
Взвешенные очереди
Комбинированные алгоритмы обслуживания очередей
Механизмы кондиционирования трафика
Классификация трафика
Профилирование
Формирование трафика
Обратная связь
Назначение
Участники обратной связи
Информация обратной связи
Резервирование ресурсов
Резервирование ресурсов и контроль допуска
Обеспечение заданного уровня задержек
Инжиниринг трафика
Недостатки традиционных методов маршрутизации
Методы инжиниринга трафика
Инжиниринг трафика различных классов
Работа в недогруженном режиме
Выводы
Вопросы и задания
НАСТЬ II. ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ
Глава 8. Линии связи

Классификация линий связи
Первичные сети, линии и каналы связи
Физическая среда передачи данных
Аппаратура передачи данных
Характеристики линий связи
Спектральный анализ сигналов на линиях связи
Затухание и волновое сопротивление
Помехоустойчивость и достоверность
Полоса пропускания и пропускная способность
Биты и боды
Соотношение полосы пропускания и пропускной способности
Типы кабелей
Экранированная и неэкранированная витая пара
Коаксиальный кабель
Волоконно-оптический кабель
Структурированная кабельная система зданий
Выводы
Вопросы и задания
Глава 9. Кодирование и мультиплексирование данных
Модуляция
Модуляция при передаче аналоговых сигналов
Модуляция при передаче дискретных сигналов
Комбинированные методы модуляции
Дискретизация аналоговых сигналов
Методы кодирования
Выбор способа кодирования
Потенциальный код NRZ
Биполярное кодирование AMI
Потенциальный код NRZI
Биполярный импульсный код
Манчестерский код
Потенциальный код 2B1Q
Избыточный код 4B/5B
Скремблирование
Компрессия данных
Обнаружение и коррекция ошибок
Методы обнаружения ошибок
Методы коррекции ошибок
Мультиплексирование и коммутация
Коммутация каналов на основе методов FDM и WDM
Коммутация каналов на основе метода TDM
Дуплексный режим работы канала
Выводы
Вопросы и задания
Глава 10. Беспроводная передача данных
Беспроводная среда передачи
Преимущества беспроводных коммуникаций
Беспроводная линия связи
Диапазоны электромагнитного спектра
Распространение электромагнитных волн
Лицензирование
Беспроводные системы
Двухточечная связь
Связь одного источника и нескольких приемников
Связь нескольких источников и нескольких приемников
Типы спутниковых систем

Геостационарный спутник
Средне- и низкоорбитальные спутники
Технология широкополосного сигнала
Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты
Прямое последовательное расширение спектра
Множественный доступ с кодовым разделением
Выводы
Вопросы и задания
Глава 11. Первичные сети
Сети PON
Иерархия скоростей
Методы мультиплексирования
Синхронизация сетей PDH
Ограничения технологии PDH
Сети SONET/SDH
Иерархия скоростей и методы мультиплексирования
Типы оборудования
Стек протоколов
Кадры STM-N
Типовые топологии
Методы обеспечения живучести сети
Новое поколение протоколов SDH
Сети DWDM
Принципы работы
Волоконно-оптические усилители
Типовые топологии
Оптические мультиплексоры ввода-вывода
Оптические кросс-коннекторы
Сети OTN
Причины и цели создания
Иерархия скоростей
Стек протоколов OTN
Кадр OTN
Выравнивание скоростей
Мультиплексирование блоков
Коррекция ошибок
Выводы
Вопросы и задания
ЧАСТЬ III. ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ
Глава 12. Технологии локальных сетей на разделяемой среде
Общая характеристика протоколов локальных сетей на разделяемой среде
Стандартная топология и разделяемая среда
Стандартизация протоколов локальных сетей
Ethernet со скоростью 10 Мбит/с на разделяемой среде
MAC-адреса
Форматы кадров технологии Ethernet
Доступ к среде и передача данных
Возникновение коллизии
Время оборота и распознавание коллизий
Спецификации физической среды
Максимальная производительность сети Ethernet
Технологии Token Ring и FDDI
Беспроводные локальные сети IEEE 802.11
Проблемы и области применения беспроводных локальных сетей
Топологии локальных сетей стандарта 802.11
Стек протоколов IEEE 802.11

Распределенный режим доступа DCF
Централизованный режим доступа PCF
Безопасность
Физические уровни стандарта 802.11
Персональные сети и технология Bluetooth
Особенности персональных сетей
Архитектура Bluetooth
Стек протоколов Bluetooth
Кадры Bluetooth
Поиск и стыковка устройств Bluetooth
Пример обмена данными в пикосети
Новые свойства Bluetooth
Выводы
Вопросы и задания
Глава 13. Коммутируемые сети Ethernet
Мост как предшественник и функциональный аналог коммутатора
Логическая структуризация сетей и мосты
Алгоритм прозрачного моста IEEE 802.1 D
Топологические ограничения при применении мостов в локальных сетях
Коммутаторы
Параллельная коммутация
Дуплексный режим работы
Неблокирующие коммутаторы
Борьба с перегрузками
Характеристики производительности коммутаторов
Скоростные версии Ethernet
Fast Ethernet
Gigabit Ethernet
10G Ethernet
Архитектура коммутаторов
Конструктивное исполнение коммутаторов
Выводы
Вопросы и задания
Глава 14. Интеллектуальные функции коммутаторов
Алгоритм покрывающего дерева
Классическая версия STP
Версия RSTP
Агрегирование линий связи в локальных сетях
Транки и логические каналы
Борьба с «размножением» пакетов
Выбор порта
Фильтрация трафика
Виртуальные локальные сети
Назначение виртуальных сетей
Создание виртуальных сетей на базе одного коммутатора
Создание виртуальных сетей на базе нескольких коммутаторов
Альтернативные маршруты в виртуальных локальных сетях
Качество обслуживания в виртуальных сетях
Ограничения коммутаторов
Выводы
Вопросы и задания
ЧАСТЬ IV. СЕТИ TCP/IP
Глава 15. Адресация в стеке протоколов TCP/IP
Стек протоколов TCP/IP
Типы адресов стека TCP/IP
Локальные адреса

Сетевые IP-адреса
Доменные имена
Формат IP-адреса
Классы IP-адресов
Особые IP-адреса
Использование масок при IP-адресации
Порядок назначения IP-адресов
Назначение адресов автономной сети
Централизованное распределение адресов
Адресация и технология CIDR
Отображение IP-адресов на локальные адреса
Протокол разрешения адресов
Протокол Proху-ARP
Система DNS
Плоские символьные имена
Иерархические символьные имена
Схема работы DNS
Обратная зона
Протокол DHCP
Режимы DHCP
Алгоритм динамического назначения адресов
Выводы
Вопросы и задания
Глава 16. Протокол межсетевое взаимодействие
Формат IP-пакета
Схема IP-маршрутизации
Упрощенная таблица маршрутизации
Таблицы маршрутизации конечных узлов
Просмотр таблиц маршрутизации без масок
Примеры таблиц маршрутизации разных форматов
Источники и типы записей в таблице маршрутизации
Пример IP-маршрутизации без масок
Маршрутизация с использованием масок
Структуризация сети масками одинаковой длины
Просмотр таблиц маршрутизации с учетом масок
Использование масок переменной длины
Перекрывание адресных пространств
CIDR
Фрагментация IP-пакетов
Параметры фрагментации
Механизм фрагментации
Выводы
Вопросы и задания
Глава 17. Базовые протоколы TCP/IP
Протоколы транспортного уровня TCP и UDP
Порты и сокеты
Протокол UDP и UDP-дейтаграммы
Протокол TCP и TCP-сегменты *I*
Логические соединения — основа надежности TCP
Повторная передача и скользящее окно
Реализация метода скользящего окна в протоколе TCP
Управление потоком
Общие свойства и классификация протоколов маршрутизации
Протокол RIP
Построение таблицы маршрутизации
Адаптация маршрутизаторов RIP к изменениям состояния сети

Пример зацикливания пакетов
Методы борьбы с ложными маршрутами в протоколе RIP
Протокол OSPF
Два этапа построения таблицы маршрутизации
Метрики
Маршрутизация в неоднородных сетях
Взаимодействие протоколов маршрутизации
Внутренние и внешние шлюзовые протоколы
Протокол BGP
Протокол ICMP
Утилита traceroute
Утилита ping
Выводы
Вопросы и задания
Глава 18. Дополнительные функции маршрутизаторов IP-сетей
Фильтрация
Фильтрация пользовательского трафика
Фильтрация маршрутных объявлений
Стандарты QoS в IP-сетях
Модели качества обслуживания IntServ и DiffServ
Алгоритм ведра маркеров
Случайное раннее обнаружение
Интегрированное обслуживание и протокол RSVP
Дифференцированное обслуживание
Трансляция сетевых адресов
Причины подмены адресов
Традиционная технология NAT
Базовая трансляция сетевых адресов
Трансляция сетевых адресов и портов
Групповое вещание
Стандартная модель группового вещания IP
Адреса группового вещания
Основные типы протоколов группового вещания
Протокол IGMP
Принципы маршрутизации трафика группового вещания
Протокол DVMRP
Протокол MOSPF
Протокол PIM-SM
IPv6 как развитие стека TCP/IP
Система адресации протокола IPv6
Снижение нагрузки на маршрутизаторы
Переход на версию IPv6
Маршрутизаторы
Функции маршрутизаторов
Классификация маршрутизаторов по областям применения
Выводы
Вопросы и задания
ЧАСТЬ V. ТЕХНОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ
Глава 19. Транспортные услуги и технологии глобальных сетей
Базовые понятия
Типы публичных услуг сетей операторов связи
Многослойная сеть оператора связи
Технология Frame Relay
История стандарта
Техника продвижения кадров
Гарантии пропускной способности

Технология ATM
Ячейки ATM
Виртуальные каналы ATM
Категории услуг ATM
Виртуальные частные сети
IP в глобальных сетях
Чистая IP-сеть
Протокол HDLC
Протокол PPP
Использование выделенных линий IP-маршрутизаторами
Работа IP-сети поверх сети ATM
Выводы
Вопросы и задания
Глава 20. Технология MPLS
Базовые принципы и механизмы MPLS
Совмещение коммутации и маршрутизации в одном устройстве
Пути коммутации по меткам
Заголовок MPLS и технологии канального уровня
Стек меток
Протокол LDP
Мониторинг состояния путей LSP
Тестирование путей LSP
Трассировка путей LSP
Протокол двунаправленного обнаружения ошибок продвижения
Инжиниринг трафика в MPLS
Отказоустойчивость путей MPLS
Общая характеристика
Использование иерархии меток для быстрой защиты
Выводы
Вопросы и задания
Глава 21. Ethernet операторского класса
Обзор версий Ethernet операторского класса
Движущие силы экспансии Ethernet
Разные «лица» Ethernet
Стандартизация Ethernet как услуги
Технология EoMPLS
Псевдоканалы
Услуги VPWS
Услуги VPLS
Ethernet поверх Ethernet
Области улучшений Ethernet
Функции эксплуатации, администрирования и обслуживания в Ethernet
Мосты провайдера
Магистральные мосты провайдера
Магистральные мосты провайдера с поддержкой инжиниринга трафика
Выводы
Вопросы и задания
Глава 22. Удаленный доступ
Схемы удаленного доступа
Типы клиентов и абонентских окончаний
Мультиплексирование информации на абонентском окончании
Режим удаленного узла
Режим удаленного управления и протокол telnet
Коммутируемый аналоговый доступ
Принцип работы телефонной сети
Удаленный доступ через телефонную сеть

Модемы
Коммутируемый доступ через сеть ISDN
Назначение и структура ISDN
Интерфейсы BRI и PRI
Стек протоколов ISDN
Использование сети ISDN для передачи данных
Технология ADSL
Доступ через сети CATV
Беспроводной доступ
Выводы
Вопросы и задания
Глава 23. Сетевые службы
Электронная почта
Электронные сообщения
Протокол SMTP
Непосредственное взаимодействие клиента и сервера
Схема с выделенным почтовым сервером
Схема с двумя почтовыми серверами-посредниками
Протоколы POP3 и IMAP
Веб-служба
Веб- и HTML-страницы
URL
Веб-клиент и веб-сервер
Протокол HTTP
Формат HTTP-сообщений
Динамические веб-страницы
IP-телефония
Ранняя IP-телефония
Стандарты H.323
Стандарты на основе протокола SIP
Связь телефонных сетей через Интернет
Новое поколение сетей IP-телефонии
Распределенные шлюзы и программные коммутаторы
Новые услуги
Интеграция систем адресации E.164 и DNS на основе ENUM
Протокол передачи файлов
Основные модули службы FTP
Управляющий сеанс и сеанс передачи данных
Команды взаимодействия FTP-клиента с FTP-сервером
Сетевое управление в IP-сетях
Функции систем управления
Архитектуры систем управления сетями
Выводы
Вопросы и задания
Глава 24. Сетевая безопасность
Основные понятия информационной безопасности
Определение безопасной системы
Угроза, атака, риск
Типы и примеры атак
Атаки отказа в обслуживании
Перехват и перенаправление трафика
Внедрение в компьютеры вредоносных программ
Троянские программы
Сетевые черви
Вирусы
Шпионские программы

Спам
Методы обеспечения информационной безопасности
Классификация методов защиты
Поливка безопасности
Шифрование
Симметричные алгоритмы шифрования
Алгоритм DES
Несимметричные алгоритмы шифрования
Алгоритм RSA
Односторонние функции шифрования
Аутентификация, авторизации, аудит
Понятие аутентификации
Авторизация доступа
Аудит
Строгая аутентификация на основе многоразового пароля в протоколе SHAP
Аутентификация на основе одноразового пароля
Аутентификация на основе сертификатов
Аутентификация информации
Антивирусная защита
Сканирование сигнатур
Метод контроля целостности
Сканирование подозрительных команд
Отслеживание поведения программ
Сетевые экраны
Типы сетевых экранов разных уровней
Реализация
Архитектура
Прокси-серверы
Функции прокси-сервера
Прокси-серверы прикладного уровня и уровня соединений
«Проксификация» приложений
Системы обнаружения вторжений
Протоколы защищенного канала. IPsec
Иерархия технологий защищенного канала
Распределение функций между протоколами IPSec
Безопасная ассоциация
Транспортный и туннельный режимы
Протокол AH
Протокол ESP
Базы данных SAD И SPD
Сети VPN на основе шифрования
Выводы
Вопросы и задания
Ответы на вопросы
Рекомендуемая и использованная литература
Алфавитный указатель