

ВИКТОР
ОЛИФЕР



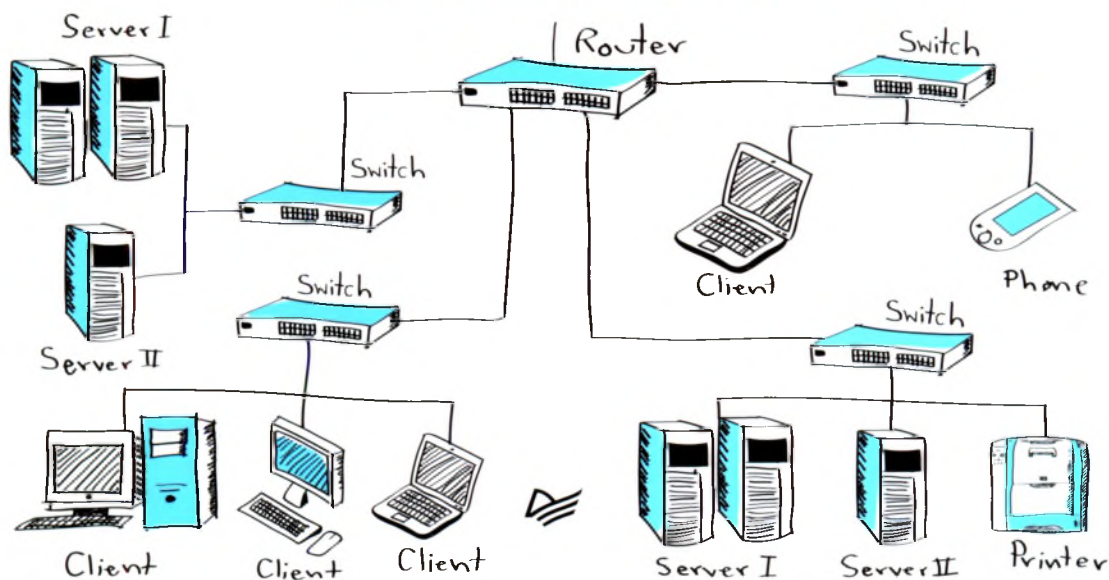
НАТАЛЬЯ
ОЛИФЕР

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ



ПРИНЦИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОТОКОЛЫ

ЮБИЛЕЙНОЕ ИЗДАНИЕ



РЕКОМЕНДОВАНО МИНИСТЕРСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Краткое содержание

| | |
|---|------------|
| От авторов | 20 |
| ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ | 23 |
| Глава 1. Эволюция компьютерных сетей | 25 |
| Глава 2. Общие принципы построения сетей | 40 |
| Глава 3. Коммутация каналов и пакетов | 74 |
| Глава 4. Стандартизация и классификация сетей | 102 |
| Глава 5. Сетевые характеристики и качество обслуживания | 133 |
| Вопросы к части I | 180 |
| ЧАСТЬ II. ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ | 183 |
| Глава 6. Линии связи | 184 |
| Глава 7. Кодирование и мультиплексирование данных | 215 |
| Глава 8. Технологии первичных сетей PDH и SDH | 240 |
| Глава 9. Технологии первичных сетей DWDM и OTN | 271 |
| Вопросы к части II | 302 |
| ЧАСТЬ III. ТЕХНОЛОГИЯ ETHERNET | 307 |
| Глава 10. Ethernet в локальных сетях | 308 |
| Глава 11. Отказоустойчивые и виртуальные локальные сети | 347 |
| Глава 12. Ethernet операторского класса | 376 |
| Вопросы к части III | 395 |
| ЧАСТЬ IV. СЕТИ TCP/IP | 399 |
| Глава 13. Адресация в стеке протоколов TCP/IP | 400 |
| Глава 14. Протокол межсетевого взаимодействия IP | 432 |
| Глава 15. Протоколы транспортного уровня TCP и UDP | 468 |
| Глава 16. Протоколы маршрутизации и технология SDN | 493 |
| Глава 17. IPv6 как развитие стека TCP/IP | 540 |
| Вопросы к части IV | 572 |

| | |
|--|------------|
| ЧАСТЬ V. ГЛОБАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ | 579 |
| Глава 18. Организация и услуги глобальных сетей | 581 |
| Глава 19. Транспортные технологии глобальных сетей | 603 |
| Глава 20. Технология MPLS | 628 |
| Вопросы к части V | 666 |
| ЧАСТЬ VI. БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ | 669 |
| Глава 21. Технологии физического уровня беспроводных сетей | 670 |
| Глава 22. Беспроводные локальные и персональные сети | 700 |
| Глава 23. Мобильные телекоммуникационные сети | 719 |
| Вопросы к части VI | 760 |
| ЧАСТЬ VII. СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЛУЖБЫ | 763 |
| Глава 24. Информационные службы IP-сетей | 765 |
| Глава 25. Служба управления сетью | 785 |
| Вопросы к части VII | 796 |
| ЧАСТЬ VIII. БЕЗОПАСНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ | 799 |
| Глава 26. Основные понятия и принципы информационной безопасности | 801 |
| Глава 27. Технологии аутентификации, авторизации и управления доступом | 834 |
| Глава 28. Технологии безопасности на основе анализа трафика | 864 |
| Глава 29. Атаки на транспортную инфраструктуру сети | 901 |
| Глава 30. Безопасность программного кода и сетевых служб | 933 |
| Вопросы к части VIII | 961 |
| Рекомендуемая и использованная литература | 968 |
| Ответы | 970 |
| Алфавитный указатель | 979 |

Оглавление

| | |
|--|-----------|
| От авторов | 20 |
| Для кого эта книга | 20 |
| Изменения в шестом издании | 21 |
| Благодарности | 22 |
| От издательства | 22 |
| ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ | 23 |
| Глава 1. Эволюция компьютерных сетей | 25 |
| Два корня компьютерных сетей | 25 |
| Первые компьютерные сети | 26 |
| Системы пакетной обработки | 26 |
| Многотерминальные системы — прообраз сети | 27 |
| Первые глобальные сети | 28 |
| Первые локальные сети | 30 |
| Конвергенция сетей | 33 |
| Конвергенция локальных и глобальных сетей | 33 |
| Конвергенция компьютерных и телекоммуникационных сетей | 35 |
| Интернет как фактор развития сетевых технологий | 36 |
| Глава 2. Общие принципы построения сетей | 40 |
| Простейшая сеть из двух компьютеров | 40 |
| Совместное использование ресурсов | 40 |
| Сетевые интерфейсы | 40 |
| Связь компьютера с периферийным устройством | 42 |
| Обмен данными между двумя компьютерами | 43 |
| Доступ к периферийным устройствам через сеть | 44 |
| Сетевое программное обеспечение | 45 |
| Сетевые службы и сервисы | 45 |
| Сетевая операционная система | 47 |
| Сетевые приложения | 49 |
| Физическая передача данных по линиям связи | 52 |
| Кодирование | 52 |
| Характеристики физических каналов | 54 |
| Проблемы связи нескольких компьютеров | 56 |
| Топология физических связей | 56 |
| Адресация узлов сети | 59 |
| Коммутация | 61 |

| | |
|---|------------|
| Обобщенная задача коммутации | 62 |
| Определение информационных потоков | 62 |
| Маршрутизация | 64 |
| Продвижение данных | 67 |
| Мультиплексирование и демultipлексирование | 68 |
| Разделяемая среда передачи данных | 70 |
| Глава 3. Коммутация каналов и пакетов | 74 |
| Коммутация каналов | 74 |
| Элементарный канал | 75 |
| Составной канал | 77 |
| Неэффективность передачи пульсирующего трафика | 81 |
| Коммутация пакетов | 82 |
| Буферизация пакетов | 85 |
| Дейтаграммная передача | 86 |
| Передача с установлением логического соединения | 88 |
| Передача с установлением виртуального канала | 90 |
| Сравнение сетей с коммутацией пакетов и каналов | 92 |
| Транспортная аналогия для сетей с коммутацией пакетов и каналов | 92 |
| Структура задержек в сетях с коммутацией каналов и пакетов | 93 |
| Количественное сравнение задержек. Пример | 97 |
| Ethernet — пример стандартной технологии с коммутацией пакетов | 99 |
| Глава 4. Стандартизация и классификация сетей | 102 |
| Декомпозиция задачи сетевого взаимодействия | 102 |
| Многоуровневый подход | 102 |
| Протокол и стек протоколов | 105 |
| Модель OSI | 107 |
| Общая характеристика модели OSI | 107 |
| Физический уровень | 110 |
| Канальный уровень | 111 |
| Сетевой уровень | 112 |
| Транспортный уровень | 116 |
| Сеансовый уровень | 116 |
| Уровень представления | 116 |
| Прикладной уровень | 117 |
| Модель OSI и сети с коммутацией каналов | 117 |
| Стандартизация сетей | 118 |
| Понятие открытой системы | 118 |
| Источники стандартов | 119 |
| Стандартизация Интернета | 121 |
| Стандартные стеки коммуникационных протоколов | 121 |
| Соответствие популярных стеков протоколов модели OSI | 124 |
| Информационные и транспортные услуги | 125 |
| Распределение протоколов по элементам сети | 126 |
| Вспомогательные протоколы транспортной системы | 127 |
| Классификация компьютерных сетей | 129 |

| | |
|---|------------|
| Глава 5. Сетевые характеристики и качество обслуживания. | 133 |
| Типы характеристик | 133 |
| Субъективные оценки качества | 133 |
| Требования к характеристикам со стороны пользователя и поставщика услуг | 134 |
| Долговременные, среднесрочные и краткосрочные характеристики. | 134 |
| Соглашение об уровне обслуживания | 135 |
| Производительность и надежность сети | 136 |
| Идеальная и реальная сети | 136 |
| Статистические оценки характеристик сети | 138 |
| Активные и пассивные измерения в сети. | 141 |
| Характеристики задержек пакетов | 144 |
| Характеристики скорости передачи | 146 |
| Характеристики надежности сети | 148 |
| Характеристики сети поставщика услуг | 149 |
| Приложения и качество обслуживания | 151 |
| Степень равномерности порождаемого трафика. | 151 |
| Чувствительность приложений к задержкам пакетов | 152 |
| Чувствительность приложений к потерям и искажениям пакетов | 153 |
| Методы обеспечения качества обслуживания | 154 |
| Управление очередями | 155 |
| Анализ очередей | 156 |
| Очереди и различные классы трафика. | 159 |
| Техника управления очередями. | 160 |
| Механизмы кондиционирования трафика | 165 |
| Обратная связь для предотвращения перегрузок | 168 |
| Резервирование ресурсов | 171 |
| Процедура резервирования пропускной способности | 172 |
| Обеспечение заданного уровня задержек. | 174 |
| Инжиниринг трафика | 175 |
| Недостатки традиционных методов маршрутизации | 175 |
| Методы инжиниринга трафика | 176 |
| Работа в недогруженном режиме | 178 |
| Вопросы к части I | 180 |
| ЧАСТЬ II. ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ | 183 |
| Глава 6. Линии связи | 184 |
| Классификация линий связи | 184 |
| Первичные сети, линии и каналы связи | 184 |
| Физическая среда передачи данных | 185 |
| Аппаратура передачи данных | 186 |
| Характеристики линий связи | 188 |
| Спектральное представление сигнала. | 188 |
| Затухание и опорная мощность. | 193 |
| Полоса пропускания | 197 |
| Помехи. | 199 |

| | |
|--|------------|
| Пропускная способность | 202 |
| Влияние способа кодирования на пропускную способность | 204 |
| Соотношение полосы пропускания и пропускной способности | 206 |
| Проводные линии связи | 207 |
| Экранированная и неэкранированная витая пара | 207 |
| Коаксиальный кабель | 209 |
| Волоконно-оптический кабель | 209 |
| Структурированная кабельная система зданий | 213 |
| Глава 7. Кодирование и мультиплексирование данных | 215 |
| Виды кодирования | 215 |
| Кодирование дискретной информации | 216 |
| Этапы кодирования | 216 |
| Спектр информационного сигнала | 217 |
| Выбор способа кодирования | 219 |
| Кодирование дискретной информации дискретными сигналами | 220 |
| Кодирование дискретной информации аналоговыми сигналами | 226 |
| Обнаружение и коррекция ошибок | 229 |
| Кодирование аналоговой информации | 231 |
| Кодирование аналоговой информации аналоговыми сигналами | 231 |
| Кодирование аналоговой информации дискретными сигналами | 232 |
| Мультиплексирование и коммутация | 234 |
| Мультиплексирование и коммутация на основе методов FDM и WDM | 234 |
| Мультиплексирование и коммутация на основе метода TDM | 236 |
| Глава 8. Технологии первичных сетей PDH и SDH | 240 |
| Принципы организации первичных сетей | 240 |
| Особенности первичных сетей | 240 |
| Топология и типы оборудования | 241 |
| Статичность нагрузки. Иерархия скоростей | 243 |
| Функции мультиплексора | 245 |
| Технологии первичных сетей | 248 |
| Технология PDH | 249 |
| Система Т-каналов | 249 |
| Синхронизация в сетях PDH | 251 |
| Технология SDH | 252 |
| Функциональные уровни SDH | 253 |
| Топологии сетей SDH | 254 |
| Иерархия скоростей | 256 |
| Формат кадра SDH | 257 |
| Мультиплексирование в STM-N | 258 |
| Мультиплексирование в STM-1 | 259 |
| Выравнивание | 261 |
| Коммутация в SDH | 264 |
| Отказоустойчивость сетей SDH | 267 |

| | |
|--|------------|
| Глава 9. Технологии первичных сетей DWDM и OTN | 271 |
| Сети DWDM | 271 |
| Принцип работы | 271 |
| Частотные планы | 274 |
| Оборудование и топологии сетей DWDM | 275 |
| Ячеистая топология и реконфигурируемые оптические кросс-коннекторы | 280 |
| Сети OTN | 285 |
| Причины создания сетей OTN | 285 |
| Архитектура сетей OTN | 286 |
| Отображение и выравнивание пользовательских данных | 290 |
| Мультиплексирование блоков OTN | 294 |
| Вопросы к части II | 302 |
| ЧАСТЬ III. ТЕХНОЛОГИЯ ETHERNET | 307 |
| Глава 10. Ethernet в локальных сетях | 308 |
| Первый этап — разделяемая среда | 308 |
| Стандартная топология и разделяемая среда | 308 |
| Уровни Ethernet | 310 |
| MAC-адреса | 312 |
| Форматы кадров технологии Ethernet | 313 |
| Доступ к среде и передача данных | 314 |
| Возникновение и распознавание коллизии | 315 |
| Физические стандарты 10M Ethernet | 317 |
| Коммутируемый Ethernet | 320 |
| Мост как предшественник и функциональный аналог коммутатора | 320 |
| Коммутаторы | 327 |
| Скоростные версии Ethernet | 333 |
| Fast Ethernet | 335 |
| Gigabit Ethernet | 337 |
| 10G Ethernet | 340 |
| 100G и 40G Ethernet | 341 |
| 400G, 200G и 50G Ethernet | 343 |
| Глава 11. Отказоустойчивые и виртуальные локальные сети | 347 |
| Алгоритм покрывающего дерева | 347 |
| Протокол STP | 348 |
| Версия RSTP | 352 |
| Фильтрация трафика | 353 |
| Агрегирование линий связи в локальных сетях | 355 |
| Транки и логические каналы | 355 |
| Динамическое агрегирование линий связи в стандарте IEEE Link Aggregation | 357 |
| Виртуальные локальные сети | 364 |
| Назначение виртуальных сетей | 365 |
| Создание виртуальных сетей на базе одного коммутатора | 367 |
| Создание виртуальных сетей на базе нескольких коммутаторов | 367 |

| | |
|---|------------|
| Конфигурирование VLAN | 369 |
| Автоматизация конфигурирования VLAN | 372 |
| Альтернативные маршруты в виртуальных локальных сетях | 373 |
| Ограничения коммутаторов | 374 |
| Глава 12. Ethernet операторского класса | 376 |
| Движущие силы экспансии Ethernet | 376 |
| Области улучшения Ethernet | 377 |
| Разделение адресных пространств пользователей и провайдера | 377 |
| Маршрутизация, инжиниринг трафика и отказоустойчивость | 378 |
| Функции эксплуатации, администрирования и обслуживания | 378 |
| Функции OAM в Ethernet операторского класса | 379 |
| Протокол CFM | 379 |
| Протокол мониторинга качества соединений Y.1731 | 382 |
| Стандарт тестирования физического соединения Ethernet | 382 |
| Интерфейс локального управления Ethernet | 383 |
| Мосты провайдера | 383 |
| Магистральные мосты провайдера | 385 |
| Формат кадра PBB | 386 |
| Двухуровневая иерархия соединений | 387 |
| Пользовательские MAC-адреса | 389 |
| Маршрутизация и отказоустойчивость в сетях PBB | 390 |
| Магистральные мосты провайдера с поддержкой инжиниринга трафика | 392 |
| Вопросы к части III | 395 |
| ЧАСТЬ IV. СЕТИ TCP/IP | 399 |
| Глава 13. Адресация в стеке протоколов TCP/IP | 400 |
| Структура стека протоколов TCP/IP | 400 |
| Типы адресов стека TCP/IP | 404 |
| Формат IP-адреса | 405 |
| Классы IP-адресов | 406 |
| Особые IP-адреса | 408 |
| Использование масок при IP-адресации | 409 |
| Порядок назначения IP-адресов | 410 |
| Централизованное распределение адресов | 410 |
| Технология бесклассовой маршрутизации CIDR | 411 |
| Отображение IP-адресов на локальные адреса | 413 |
| Протокол ARP | 413 |
| Протокол Проху-ARP | 417 |
| Доменная служба имен DNS | 419 |
| Пространство DNS-имен | 419 |
| Сервер, клиент и протокол DNS | 421 |
| Иерархическая организация службы DNS | 422 |
| Итеративная и рекурсивная процедуры разрешения имени | 423 |
| Корневые серверы | 425 |
| Обратная зона | 425 |

| | |
|---|------------|
| Протокол DHCP | 427 |
| Режимы DHCP | 427 |
| Динамическое назначение адресов | 429 |
| Глава 14. Протокол межсетевого взаимодействия IP. | 432 |
| IP-пакет | 432 |
| Схема IP-маршрутизации | 435 |
| Упрощенная таблица маршрутизации | 437 |
| Таблицы маршрутизации конечных узлов | 438 |
| Просмотр таблиц маршрутизации без масок | 440 |
| Примеры таблиц маршрутизации разных форматов | 440 |
| Источники и типы записей в таблице маршрутизации | 445 |
| Пример IP-маршрутизации без масок | 446 |
| Маршрутизация с использованием масок | 450 |
| Структуризация сети масками одинаковой длины | 450 |
| Просмотр таблиц маршрутизации с учетом масок | 453 |
| Использование масок переменной длины | 454 |
| CIDR и маршрутизация | 457 |
| Фрагментация IP-пакетов | 458 |
| Параметры фрагментации | 459 |
| Механизм фрагментации | 460 |
| Протокол ICMP | 462 |
| Формат, типы и коды ICMP-сообщений | 463 |
| Ошибка недостижимости узла и утилита traceroute | 464 |
| Сообщения «эхо-запрос» и «эхо-ответ» в утилите ping | 466 |
| Глава 15. Протоколы транспортного уровня TCP и UDP | 468 |
| Мультиплексирование и демультимплексирование приложений | 468 |
| Порты | 468 |
| Сокеты | 470 |
| Протокол UDP и UDP-дейтаграммы | 471 |
| Протокол TCP и TCP-сегменты | 472 |
| Логические соединения — основа надежности TCP | 474 |
| Методы квитирования | 478 |
| Метод простоя источника | 479 |
| Концепция скользящего окна | 481 |
| Передача с возвратом на N пакетов | 483 |
| Передача с выборочным повторением | 485 |
| Метод скользящего окна в протоколе TCP | 487 |
| Сегменты и поток байтов | 487 |
| Система буферов при дуплексной передаче | 488 |
| Накопительный принцип квитирования | 490 |
| Параметры управления потоком в TCP | 491 |
| Глава 16. Протоколы маршрутизации и технология SDN | 493 |
| Общие свойства и классификация протоколов маршрутизации | 493 |
| Протокол RIP | 496 |

| | |
|---|------------|
| Построение таблицы маршрутизации | 496 |
| Адаптация маршрутизаторов RIP к изменениям состояния сети | 499 |
| Пример зацикливания пакетов | 500 |
| Методы борьбы с ложными маршрутами в протоколе RIP | 502 |
| Протокол OSPF | 503 |
| Два этапа построения таблицы маршрутизации | 503 |
| Метрики | 504 |
| Маршрутизация в неоднородных сетях | 506 |
| Взаимодействие протоколов маршрутизации | 506 |
| Внутренние и внешние шлюзовые протоколы | 507 |
| Протокол BGP | 509 |
| Групповое вещание | 511 |
| Стандартная модель группового вещания IP | 511 |
| Адреса группового вещания | 513 |
| Протокол IGMP | 513 |
| Принципы маршрутизации трафика группового вещания | 516 |
| Программно-определяемые сети SDN | 518 |
| Недостатки традиционной модели маршрутизации | 518 |
| Протокол автоматического распознавания связей BDDP | 524 |
| Виртуализация сетевых функций: NFV | 535 |
| Глава 17. IPv6 как развитие стека TCP/IP | 540 |
| Исторические предпосылки | 540 |
| Система адресации IPv6 | 541 |
| Отличие от IPv4 | 541 |
| Типы адресов IPv6 | 542 |
| Индивидуальные адреса | 543 |
| Групповые адреса | 546 |
| Типичный набор адресов интерфейса IPv6 | 548 |
| Формат пакета IPv6 | 549 |
| Основной заголовок | 550 |
| Дополнительные заголовки | 551 |
| Снижение нагрузки на маршрутизаторы | 553 |
| Протокол обнаружения соседей Neighbour Discovery | 554 |
| Задачи протокола ND и протокол ICMPv6 | 554 |
| Сообщения протокола ND | 555 |
| Проверка наличия дубликата адреса с помощью протокола ND | 557 |
| Разрешение адресов в IPv6 | 559 |
| Процесс адаптации версии IPv6 | 560 |
| Темпы миграции | 560 |
| Проблема интеграции сетей разных технологий | 562 |
| Двойной стек, трансляция, туннелирование | 563 |
| Способы сосуществования сетей IPv4 и IPv6 | 566 |
| Вопросы к части IV | 572 |

| | |
|--|------------|
| ЧАСТЬ V. ГЛОБАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ | 579 |
| Глава 18. Организация и услуги глобальных сетей | 581 |
| Сети операторов связи | 581 |
| Услуги операторов связи | 582 |
| Потребители услуг | 583 |
| Инфраструктура | 584 |
| Территория покрытия | 586 |
| Взаимоотношения между операторами связи | 587 |
| Организация Интернета | 588 |
| Многослойное представление технологий и услуг глобальных сетей | 591 |
| Многоуровневый стек транспортных протоколов | 591 |
| Технологии и услуги физического уровня | 592 |
| Технологии и услуги сетей коммутации пакетов | 593 |
| Модели межуровневого взаимодействия в стеке протоколов глобальной сети | 594 |
| Облачные сервисы | 597 |
| Концепция облачных вычислений | 597 |
| Определение облачных вычислений | 599 |
| Модели сервисов облачных сервисов | 600 |
| Глава 19. Транспортные технологии глобальных сетей | 603 |
| Технологии виртуальных каналов — от X.25 к MPLS | 603 |
| Принципы работы виртуального канала | 603 |
| Эффективность виртуальных каналов | 606 |
| Технология X.25 | 607 |
| Технология Frame Relay | 608 |
| Технология ATM | 611 |
| Технологии двухточечных каналов | 613 |
| Протокол HDLC | 613 |
| Протокол PPP | 614 |
| Технологии доступа | 615 |
| Проблема последней мили | 615 |
| Коммутируемый аналоговый доступ | 617 |
| Модемы | 619 |
| Технология ADSL | 621 |
| Пассивные оптические сети | 624 |
| Глава 20. Технология MPLS | 628 |
| Базовые принципы и механизмы MPLS | 628 |
| Совмещение коммутации и маршрутизации | 628 |
| Пути коммутации по меткам | 630 |
| Заголовок MPLS и технологии канального уровня | 633 |
| Стек меток | 634 |
| Протокол LDP | 638 |
| Инжиниринг трафика в MPLS | 643 |
| Мониторинг состояния путей LSP | 647 |
| Тестирование путей LSP | 647 |

| | |
|---|------------|
| Трассировка путей LSP | 649 |
| Протокол двунаправленного обнаружения ошибок продвижения | 650 |
| Отказоустойчивость путей в MPLS | 650 |
| Общая характеристика | 650 |
| Использование иерархии меток для быстрой защиты | 652 |
| Виртуальные частные сети на базе MPLS | 653 |
| Общие свойства VPN | 653 |
| Стандартизация услуг VPN второго уровня | 655 |
| Технология MPLS VPN второго уровня | 657 |
| Вопросы к части V | 666 |
| ЧАСТЬ VI. БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ | 669 |
| Глава 21. Технологии физического уровня беспроводных сетей | 670 |
| Беспроводные линии связи | 670 |
| Преимущества беспроводных коммуникаций | 670 |
| Диапазоны электромагнитного спектра | 672 |
| Распространение электромагнитных волн | 673 |
| Борьба с искажениями сигнала в беспроводных линиях связи | 676 |
| Лицензирование | 677 |
| Антенны | 678 |
| Прием и передача с использованием нескольких антенн (MIMO) | 681 |
| Конфигурации систем с несколькими антеннами | 681 |
| Пространственное разнесение | 683 |
| Формирование диаграммы направленности и предварительное кодирование | 684 |
| Пространственно-временное кодирование (STC) | 686 |
| Пространственное мультиплексирование (SM) | 687 |
| Техника расширенного спектра | 688 |
| Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS | 689 |
| Прямое последовательное расширение спектра DSSS | 691 |
| Множественный доступ с кодовым разделением CDMA | 692 |
| Ортогональное частотное мультиплексирование | 694 |
| Глава 22. Беспроводные локальные и персональные сети | 700 |
| Особенности среды беспроводных локальных сетей | 700 |
| Беспроводные локальные сети IEEE 802.11 | 702 |
| Топологии локальных сетей стандарта IEEE 802.11 | 702 |
| Стек протоколов IEEE 802.11 | 705 |
| Стандарты физического уровня | 705 |
| Формат кадра | 707 |
| Процедура присоединения к сети | 708 |
| Управление потреблением энергии | 709 |
| Распределенный режим доступа | 709 |
| Централизованный режим доступа | 711 |
| Персональные сети и технология Bluetooth | 713 |
| Особенности персональных сетей | 713 |
| Архитектура Bluetooth | 714 |

| | |
|--|------------|
| Поиск и стыковка устройств Bluetooth | 715 |
| Физический уровень Bluetooth | 716 |
| Глава 23. Мобильные телекоммуникационные сети | 719 |
| Принципы мобильной связи | 719 |
| Соты | 719 |
| Установление соединения | 721 |
| Эстафетная передача | 723 |
| Управление мобильностью | 724 |
| Мобильные сети первых поколений | 724 |
| Архитектура сети GSM | 725 |
| Организация радиодоступа в сети GSM | 726 |
| Идентификация абонента и телефона | 728 |
| Маршрутизация при вызове мобильного абонента | 729 |
| Эстафетная передача в сетях GSM | 731 |
| Передача компьютерных данных с помощью услуги GPRS | 732 |
| Мобильные сети третьего поколения UMTS | 735 |
| Четвертое поколение мобильных сетей — сети LTE | 736 |
| Особенности сетей LTE | 736 |
| Архитектура сети LTE | 737 |
| Радиоинтерфейс LTE | 739 |
| Передача голоса в сети LTE (Voice over LTE) | 740 |
| Мобильный IP | 743 |
| Проблема сохранения адреса | 743 |
| Мобильный IPv4 | 744 |
| Мобильный IPv6 | 746 |
| Прокси-мобильный IPv6 | 747 |
| Пятое поколение 5G | 750 |
| Новый взгляд на роль мобильных сетей | 750 |
| Области применения сетей 5G | 751 |
| Виртуализация сети 5G | 752 |
| Различные представления архитектуры сети 5G | 754 |
| Новое радио | 757 |
| Вопросы к части VI | 760 |
| ЧАСТЬ VII. СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЛУЖБЫ | 763 |
| Глава 24. Информационные службы IP-сетей | 765 |
| Общие принципы организации сетевых служб | 765 |
| Веб-служба | 767 |
| Веб- и HTML-страницы | 767 |
| URL-адрес | 768 |
| Веб-клиент и веб-сервер | 769 |
| Протокол HTTP | 771 |
| Формат HTTP-сообщений | 772 |
| Динамические веб-страницы | 774 |
| Почтовая служба | 776 |
| Электронные сообщения | 776 |

| | |
|--|------------|
| Протокол SMTP | 778 |
| Непосредственное взаимодействие клиента и сервера | 779 |
| Схема с выделенным почтовым сервером | 780 |
| Схема с двумя почтовыми серверами-посредниками | 782 |
| Протоколы POP3 и IMAP | 783 |
| Глава 25. Служба управления сетью | 785 |
| Функции систем управления сетью | 785 |
| Архитектура систем управления сетью | 786 |
| Агент управляемого объекта | 786 |
| Двухзвенная и трехзвенная схемы управления | 787 |
| Взаимодействие менеджера, агента и управляемого объекта | 789 |
| Системы управления сетью на основе протокола SNMP | 791 |
| Протокол SNMP | 791 |
| База данных MIB | 792 |
| Режим удаленного управления и протокол telnet | 794 |
| Вопросы к части VII | 796 |
| ЧАСТЬ VIII. БЕЗОПАСНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ | 799 |
| Глава 26. Основные понятия и принципы информационной безопасности | 801 |
| Идентификация, аутентификация и авторизация | 801 |
| Модели информационной безопасности | 804 |
| Триада «конфиденциальность, доступность, целостность» | 804 |
| Гексада Паркера | 806 |
| Уязвимость, угроза, атака | 807 |
| Ущерб и риск. Управление рисками | 810 |
| Типы и примеры атак | 811 |
| Пассивные и активные атаки | 811 |
| Отказ в обслуживании | 812 |
| Внедрение вредоносных программ | 814 |
| Кража личности, фишинг | 815 |
| Иерархия средств защиты | 816 |
| Принципы защиты информационной системы | 817 |
| Подход сверху вниз | 817 |
| Защита как процесс | 818 |
| Эшелонированная защита | 818 |
| Сбалансированная защита | 820 |
| Компромиссы системы безопасности | 821 |
| Шифрование — базовая технология безопасности | 822 |
| Основные понятия и определения | 822 |
| Симметричное шифрование | 823 |
| Проблема распределения ключей | 825 |
| Метод Диффи—Хеллмана передачи секретного ключа по незащищенному каналу | 826 |
| Концепция асимметричного шифрования | 828 |
| Алгоритм асимметричного шифрования RSA | 830 |
| Хеш-функции. Односторонние функции шифрования. Проверка целостности | 832 |

| | |
|---|------------|
| Глава 27. Технологии аутентификации, авторизации и управления доступом | 834 |
| Технологии аутентификации. | 834 |
| Факторы аутентификации человека | 834 |
| Аутентификация на основе паролей | 835 |
| Аутентификация на основе аппаратных аутентификаторов | 840 |
| Аутентификация информации. Электронная подпись | 843 |
| Аутентификация на основе цифровых сертификатов | 845 |
| Аутентификация программных кодов | 849 |
| Аутентификация пользователей ОС | 851 |
| Технологии управления доступом и авторизации. | 852 |
| Формы представления ограничений доступа | 852 |
| Дискреционный метод управления доступом | 855 |
| Мандатный метод управления доступом | 856 |
| Ролевое управление доступом | 859 |
| Управление доступом в операционных системах. | 861 |
| Централизованные системы аутентификации и авторизации | 861 |
| Глава 28. Технологии безопасности на основе анализа трафика | 864 |
| Фильтрация | 864 |
| Виды фильтрации. | 864 |
| Правила фильтрации маршрутизаторов Cisco | 865 |
| Файерволы | 868 |
| Функциональное назначение файервола | 868 |
| Типы файерволов | 871 |
| Программные файерволы хоста | 875 |
| Влияние DHCP на работу файервола | 876 |
| Прокси-серверы | 877 |
| Функции прокси-сервера | 877 |
| «Проксификация» приложений | 879 |
| Трансляция сетевых адресов | 880 |
| Традиционная технология NAT. | 881 |
| Базовая трансляция сетевых адресов | 882 |
| Трансляция сетевых адресов и портов. | 883 |
| Системы мониторинга трафика | 885 |
| Анализаторы протоколов | 886 |
| Система мониторинга NetFlow | 889 |
| Системы обнаружения вторжений | 891 |
| Аудит событий безопасности | 894 |
| Типовые архитектуры сетей, защищаемых файерволами. | 895 |
| Логическая сегментация защищаемой сети | 895 |
| Архитектура сети с защитой периметра и разделением внутренних зон | 898 |
| Глава 29. Атаки на транспортную инфраструктуру сети | 901 |
| Атаки на транспортные протоколы | 901 |
| TCP-атаки | 901 |
| ICMP-атаки | 904 |
| UDP-атаки | 908 |

| | |
|---|------------|
| IP-атаки | 909 |
| Сетевая разведка | 910 |
| Атаки на DNS | 912 |
| DNS-спуфинг | 912 |
| Атаки на корневые DNS-серверы | 913 |
| DDoS-атаки отражением от DNS-серверов | 915 |
| Методы защиты службы DNS | 916 |
| Безопасность маршрутизации на основе BGP | 916 |
| Уязвимости протокола BGP | 916 |
| Инциденты с протоколом BGP | 918 |
| Технологии защищенного канала | 919 |
| Способы образования защищенного канала | 920 |
| Иерархия технологий защищенного канала | 921 |
| Система IPSec | 923 |
| Глава 30. Безопасность программного кода и сетевых служб | 933 |
| Уязвимости программного кода и вредоносные программы | 933 |
| Уязвимости, связанные с нарушением защиты оперативной памяти | 933 |
| Троянские программы | 935 |
| Сетевые черви | 935 |
| Вирусы | 938 |
| Программные закладки | 940 |
| Антивирусные программы | 940 |
| Ботнет | 941 |
| Безопасность веб-сервиса | 942 |
| Безопасность веб-браузера | 943 |
| Приватность и куки | 943 |
| Протокол HTTPS | 945 |
| Безопасность средств создания динамических страниц | 946 |
| Безопасность электронной почты | 947 |
| Угрозы приватности почтового сервиса | 947 |
| Аутентификация отправителя | 948 |
| Шифрование содержимого письма | 951 |
| Защита метаданных пользователя | 952 |
| Спам | 953 |
| Атаки почтовых приложений | 954 |
| Безопасность облачных сервисов | 954 |
| Облачные вычисления как источник угрозы | 954 |
| Облачные сервисы как средство повышения сетевой безопасности | 957 |
| Вопросы к части VIII | 961 |
| Рекомендуемая и использованная литература | 968 |
| Ответы | 970 |
| Алфавитный указатель | 979 |