

УЧЕБНИК
ДЛЯ ВУЗОВ

ИИТЕР

А. А. Букатов, С. А. Гуда

Компьютерные СЕТИ

расширенный начальный курс

РЕКОМЕНДОВАНО В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ
01.03.02 «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА», 02.03.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ», 10.03.01 «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»
И ДРУГИХ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Краткое содержание

Предисловие	12
Глава 1. Введение в компьютерные сети.....	14
Глава 2. Физический и канальный уровни.....	74
Глава 3. Межсетевой уровень IP	149
Глава 4. Протоколы управления маршрутизацией.....	189
Глава 5. Транспортный уровень	220
Глава 6. Программирование сетевых приложений	239
Глава 7. Прикладной уровень	264
Глава 8. Качество сетевого обслуживания (служба QoS)	395
Глава 9. Основы информационной безопасности компьютерных систем и сетей.....	417
Заключение	493
Об авторах	495

Оглавление

Предисловие	12
Глава 1. Введение в компьютерные сети.	14
1.1. Основные понятия	14
1.1.1. Определения компьютерных сетей и их компонентов	14
1.1.2. Краткая характеристика основных задач, решаемых с использованием компьютерных сетей	15
1.2. Общая организация интернета	17
1.3. Классификация компьютерных сетей.	20
1.3.1. Классификация компьютерных сетей по их масштабу	20
1.3.2. Классификация вычислительных сетей по их топологии	21
1.3.3. Классификация сетей по типу среды передачи и пропускной способности каналов	23
1.3.4. Классификация сетей по их принадлежности	25
1.3.5. Классификация сетей по их доступности	25
1.3.6. Классификация сетей по используемым сетевым протоколам.	26
1.3.7. Классификация компьютерных сетей по их основным функциям.	27
1.4. Базовые топологии сегментов ЛВС	28
1.4.1. Шинная топология	28
1.4.2. Кольцевая топология	30
1.4.3. Звездообразная топология	31
1.4.4. Двухточечная топология.	33
1.4.5. Способы объединения нескольких сегментов ЛВС в единую среду передачи.	33
1.5. Типы сетевого взаимодействия прикладных программ	36

1.6. Краткая история развития компьютерных сетей	39
1.6.1. Доинтернетовский период развития компьютерных сетей	40
1.6.2. Этап становления и начального развития интернета	41
1.6.3. Этап становления и развития веб-технологий	46
1.7. Влияние интернета на экономику и общество	49
1.7.1. Экономика	49
1.7.2. Общество	51
1.8. Сетевые протоколы и их многоуровневая организация	53
1.8.1. Определение и принципы уровневой организации сетевых протоколов	53
1.8.2. Эталонная модель уровневой организации сетевых протоколов OSI/ISO	56
1.8.3. Уровневая организация и стек протоколов TCP/IP	59
1.8.4. Основы адресации компьютеров и процессов на разных уровнях стека протоколов TCP/IP	64
1.9. Краткая характеристика основных источников о компьютерных сетях.	66
1.9.1. Основные рекомендуемые книги по компьютерным сетям	67
1.9.2. Основные группы сетевых стандартов.	68
1.9.3. Значение веба в изучении компьютерных сетей	68
Вопросы и задачи	69
Лабораторная работа «Исследование структуры интернета»	70
Лабораторная работа «Многоуровневая архитектура интернета»	72
Глава 2. Физический и канальный уровни	74
2.1. Основы реализации каналов передачи данных на базе среды передачи сигнала	74
2.1.1. Преобразования цифрового сигнала при его передаче через сеть	74
2.1.2. Основные классы каналов передачи данных	78
2.1.3. Методы разделения общей среды передачи между несколькими каналами.	80
2.1.4. Метод оцифровки аналогового сигнала	84
2.2. Изначальные шинные технологии Ethernet	85
2.2.1. MAC-адреса и структура кадра Ethernet	86
2.2.2. Метод CSMA/CD (МДКН/ОС).	88
2.2.3. «Дыра» в безопасности шинных сетей Ethernet	90
2.2.4. Оборудование шинных кабельных систем Ethernet	91
2.3. Развитие и современное состояние технологий семейства Ethernet	97
2.3.1. Обзор высокоскоростных стандартов Ethernet	97
2.3.2. Назначение, принципы работы и классификация мостов и коммутаторов Ethernet.	98

2.3.3.	Алгоритм работы коммутаторов, некоторые вопросы их реализации, обзор дополнительных функций управляемых коммутаторов.	100
2.3.4.	Протокол STP поддержки применения резервных каналов в иерархических коммутируемых сетях.	105
2.3.5.	Виртуальные локальные сети VLAN	109
2.3.6.	Основные выводы	114
2.4.	Технология Wi-Fi.	115
2.4.1.	Стандарты IEEE 802.11	115
2.4.2.	Архитектура	116
2.4.3.	Протокол доступа к среде передачи	118
2.4.4.	Безопасность	119
2.4.5.	MIMO	120
2.5.	Мобильный доступ в интернет	121
2.6.	Обзор других значимых технологий физического и канального уровней.	125
2.6.1.	Принципы устройства и функционирования волоконно-оптических кабельных систем.	125
2.6.2.	Основы технологии FDDI	130
2.6.3.	Основы технологии ATM.	132
2.6.4.	Основы технологии SDH.	136
2.6.5.	Основы технологии WDM и ее разновидности	138
2.6.6.	Основы технологии ADSL.	141
2.6.7.	Назначение и основы двухточечного протокола PPP	143
	Вопросы и задачи	145
Глава 3.	Межсетевой уровень IP	149
3.1.	Система IP-адресации	149
3.1.1.	IP-адреса и их классы в протоколе IPv4.	150
3.1.2.	Бесклассовая адресация с использованием маски подсети.	151
3.1.3.	Внутренние адреса и их использование	152
3.2.	Организация маршрутизации пакетов	153
3.2.1.	Структура заголовка IP-пакета	154
3.2.2.	Таблица маршрутизации и способы ее создания и обновления	155
3.2.3.	Алгоритм маршрутизации пакетов модулем IP	157
3.2.4.	Об агрегации строк таблицы маршрутизации	158
3.3.	Протокол ARP	159
3.4.	Средства назначения IP-адресов сетевым интерфейсам и анализа функционирования IP-сетей.	161
3.4.1.	Средства назначения IP-адресов сетевым интерфейсам	161
3.4.2.	Простейшие средства анализа функционирования IP-сетей	162

3.5. Маршрутизаторы и их функции	164
3.5.1. Основные функции и разновидности технического воплощения маршрутизаторов	164
3.5.2. Дополнительные функции маршрутизаторов	166
3.5.3. Основы протокола MPLS	174
3.6. Основы протокола IPv6	177
3.6.1. Основные недостатки IPv4, цели и краткая история создания IPv6	177
3.6.2. Система адресации IPv6	179
3.6.3. Гибкий формат заголовка пакета IPv6	182
3.6.4. Оценка достижения целей, поставленных при разработке IPv6	183
3.6.5. О возможностях плавного перехода с IPv4 на IPv6	184
Вопросы и задачи	186
Глава 4. Протоколы управления маршрутизацией.	189
4.1. Протокол RIP	189
4.1.1. Общие сведения о протоколе RIP	189
4.1.2. Алгоритм Веллмана — Форда	190
4.1.3. Недостатки протокола RIP	194
4.2. Протокол OSPF	195
4.2.1. Общие сведения о протоколе OSPF	195
4.2.2. Метрики OSPF	196
4.2.3. Логика работы протокола OSPF	198
4.2.4. Зонная организация сети маршрутизаторов OSPF	200
4.3. Внешняя маршрутизация и протокол BGP	202
4.3.1. Неприемлемость протоколов внутренней маршрутизации для управления маршрутизацией в интернетях	202
4.3.2. Автономные системы	204
4.3.3. Общая логика работы внешних протоколов обмена маршрутной информацией	205
4.3.4. Основы организации взаимодействия межсетевых шлюзов в протоколе BGP	209
4.4. Протоколы групповой маршрутизации.	209
4.4.1. Модель и общая организация группового вещания	210
4.4.2. Протокол IGMP	212
4.4.3. Протокол DVMRP	213
4.4.4. Протокол MOSPF	215
4.4.5. Протокол PIM	215
Вопросы и задачи	217
Лабораторная работа «Маршрутизация»	218

Глава 5. Транспортный уровень	220
5.1. Адресация и мультиплексирование	220
5.2. Протокол UDP	222
5.3. Методы обеспечения надежности передачи	224
5.4. Протокол TCP	226
5.5. Контроль потока и перегрузки сети в TCP	231
5.6. Уязвимость протокола TCP	234
5.7. Другие протоколы транспортного уровня	235
Вопросы и задачи	236
Лабораторная работа «Протокол TCP»	236
Глава 6. Программирование сетевых приложений	239
6.1. Клиент-серверное взаимодействие прикладных программ	239
6.2. Программные интерфейсы транспортного уровня	241
6.2.1. Общие сведения о программных интерфейсах транспортного уровня	241
6.2.2. Общая организация взаимодействия сетевых программ с использованием библиотек работы с сокетами	242
6.2.3. Формат и назначение системных вызовов для работы с сокетами	247
6.2.4. Краткая информация о других средствах программирования сетевых приложений	255
6.3. Высоконагруженные сетевые сервисы. Проблема 10k и ее решения	257
Лабораторная работа «Разработка сканера сетевых портов компьютера»	259
Лабораторная работа «Методы программирования высоконагруженных сетевых сервисов»	260
Варианты заданий	261
Глава 7. Прикладной уровень	264
7.1. Службы именованя компьютеров в сети	264
7.1.1. Старая служба именованя сети ARPANet и создание DNS	265
7.1.2. Доменная система именованя компьютеров в интернете	266
7.1.3. Доменная служба имен DNS	269
7.2. Протоколы удаленного терминала	275
7.2.1. Протокол TELNET	275
7.2.2. Протоколы RLOGIN и RSH	279
7.2.3. Основы протокола SSH	281
7.2.4. Оконная система X Window System и протокол удаленного графического терминала X11	283

7.3. Протоколы пересылки файлов	287
7.3.1. Протокол FTP	287
7.3.2. Протокол TFTP	291
7.3.3. Протокол RCP	291
7.4. Служба электронной почты	292
7.4.1. Общая организация работы службы электронной почты	293
7.4.2. Обзор форматов почтовых сообщений	297
7.4.3. Почтовый спам и способы борьбы с ним	299
7.5. Сетевые файловые системы	302
7.5.1. Краткая историческая справка о системе NFS и ее версиях	303
7.5.2. Общая схема организации прозрачного доступа к файлам в системе NFS	304
7.5.3. Общая организация работы системы NFS	306
7.5.4. Предоставление прав доступа к файлам в системе NFS	310
7.5.5. Краткие сведения о других сетевых файловых системах	313
7.6. Некоторые другие «старые» прикладные протоколы и службы	319
7.6.1. R-команды	319
7.6.2. Основы службы WHOIS	320
7.6.3. Краткие сведения о сетевых службах точного времени	322
7.7. Всемирная паутина (WWW)	323
7.7.1. Общая организация службы	323
7.7.2. Протокол HTTP	325
7.7.3. Язык разметки гипертекста (HTML)	333
7.7.4. Каскадные таблицы стилей (CSS)	335
7.7.5. Средства построения динамических страниц	336
7.7.6. JavaScript	340
7.7.7. Расширения браузеров	343
7.7.8. Основы организации и нюансы использования поисковых серверов	344
7.7.9. Безопасность WWW	347
7.8. Службы каталогов	353
7.9. Передача мультимедийных данных	356
7.9.1. Общие сведения о методах передачи мультимедийных данных	356
7.9.2. Передача мультимедиа с помощью HTTP	357
7.9.3. Передача мультимедиа с помощью RTP	358
7.9.4. Пиринговые технологии передачи мультимедиа	360
7.10. Принципы построения VoIP-систем	360
7.10.1. Общие принципы передачи речевого сигнала через IP-сеть	361
7.10.2. Общая организация, методы работы и протоколы традиционных систем SIP VoIP-телефонии	362

7.10.3. Некоторые особенности организации и использования системы Skype	365
7.11. Пиринговые системы P2P	366
7.12. Основы управления IP-сетями на базе средств протокола SNMP	368
7.12.1. Общая организация управления сетью на базе SNMP	369
7.12.2. Организация протокола SNMP	371
7.12.3. Вопросы обеспечения информационной безопасности при использовании SNMP	377
7.12.4. Обзор средств «непосредственного» использования SNMP и создания новых SNMP-приложений	378
Вопросы и задачи	381
Лабораторная работа «Прикладной уровень сетевого взаимодействия»	385
Лабораторная работа «DNS»	386
Лабораторная работа «Протокол HTTP и язык разметки HTML»	387
Лабораторная работа «CGI»	388
Лабораторная работа «Сетевые игры»	393
Глава 8. Качество сетевого обслуживания (служба QoS)	395
8.1. Классификация потребностей сетевых приложений в QoS и формулирование требования к параметрам QoS	395
8.1.1. Классификация сетевых приложений по их потребностям в QoS	395
8.1.2. Формулирование требований к параметрам QoS	399
8.2. Общая организация службы QoS	400
8.2.1. Базовая архитектура службы QoS	400
8.2.2. Обзор средств QoS уровня узла сети	401
8.2.3. Краткий обзор протоколов сигнализации	403
8.3. Алгоритмы управления очередями	403
8.3.1. Общие сведения об очередях к коммуникационным устройствам	403
8.3.2. Очереди FIFO	404
8.3.3. Очереди с приоритетами	404
8.3.4. Взвешенные настраиваемые очереди	405
8.3.5. Взвешенное справедливое обслуживание	407
8.4. Механизмы профилирования и формирования трафика	408
8.4.1. Простые механизмы профилирования трафика	408
8.4.2. Алгоритм дырявого ведра	409
8.4.3. Алгоритм ведра токенов (маркеров)	410
8.5. Реализации службы QoS на уровне IP	410
8.5.1. Служба IntServ с протоколом RSVP	411
8.5.2. Служба DiffServ	414
Вопросы и задачи	415

Глава 9. Основы информационной безопасности компьютерных систем и сетей	417
9.1. Базовые понятия и общие сведения	417
9.1.1. Определение и основные свойства защищенных компьютерных систем и сетей	417
9.1.2. Основные угрозы ИБ	419
9.1.3. Классификация мер по обеспечению ИБ	421
9.1.4. Понятие о политике ИБ	423
9.2. Вредоносные программные воздействия, их источники и методы борьбы с ними	424
9.2.1. Общая характеристика вредоносных программных воздействий	424
9.2.2. Вредоносные программы	425
9.2.3. Внутренние атаки	429
9.2.4. Внешние (сетевые) атаки	438
9.3. Криптографические методы защиты	448
9.4. Программно-технические средства обеспечения ИБ	452
9.4.1. Основы технологий VPN	452
9.4.2. Межсетевые экраны	464
9.4.3. Сканеры безопасности	471
9.4.4. Системы обнаружения вторжений (IDS)	476
9.4.5. Краткая характеристика средств аудита ИБ	482
Краткое резюме	489
Вопросы и задачи	489
Заключение	493
Об авторах	495