

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Раздел 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ ЭВМ.....	7
1.1. Основные понятия и терминология	7
1.1.1. Понятие сети ЭВМ	7
1.1.2. Данные и информация.....	8
1.1.3. Средства вычислительной техники	9
1.1.4. Средства телекоммуникаций.....	13
1.1.5. Понятия архитектуры и технологии компьютерной сети	14
1.2. Состав и типы компьютерных сетей	15
1.2.1. Состав компьютерной сети.....	15
1.2.2. Классификация сетей ЭВМ	16
1.2.3. Администрирование компьютерных сетей.....	20
1.2.4. Типы данных	20
1.3. Многоуровневая организация вычислительных сетей.....	22
1.3.1. Требования к организации компьютерных сетей.....	22
1.3.2. Понятия процесса и уровня	23
1.3.3. Модель взаимодействия открытых систем (OSI-модель)	24
1.3.3.1. Физический уровень	24
1.3.3.2. Канальный уровень	25
1.3.3.3. Сетевой уровень	26
1.3.3.4. Транспортный уровень	26
1.3.3.5. Сеансовый уровень	27
1.3.3.6. Уровень представления	27
1.3.3.7. Прикладной уровень	28
1.3.3.8. Процесс передачи сообщений в OSI-модели	28
1.3.4. IEEE-модель локальных сетей	29
1.3.5. Понятия интерфейса и протокола.....	30
1.3.6. Протокольные блоки данных (PDU).....	31
1.3.7. Сетевая операционная система	32
1.4. Принципы структурной организации компьютерных сетей....	34
1.4.1. Сетевые топологии	34
1.4.2. Сравнительный анализ топологий.....	37
1.5. Принципы функциональной организации компьютерных сетей	41
1.5.1. Коммутация.....	41
1.5.1.1. Коммутация каналов	42
1.5.1.2. Коммутация сообщений	44
1.5.1.3. Коммутация пакетов	45
1.5.1.4. Коммутация ячеек	49
1.5.2. Способы передачи пакетов.....	50
1.5.2.1. Дейтаграммная передача	51
1.5.2.2. Виртуальный канал	53
1.5.3. Маршрутизация	54

1.5.3.1. Таблица маршрутизации	54
1.5.3.2. Модель маршрутизатора	55
1.5.3.3. Классификация методов маршрутизации.....	56
1.5.3.4. Простые методы маршрутизации.....	56
1.5.3.5. Методы фиксированной маршрутизации.....	59
1.5.3.6. Методы адаптивной маршрутизации.....	60
1.5.4. Задачи управления трафиком.....	61
1.5.5. Методы управления трафиком на физическом уровне	63
1.5.5.1. Способы разделения кадров.....	63
1.5.5.2. Бит-стаффинг.....	63
1.5.6. Управление трафиком на канальном уровне.....	64
1.5.6.1. Квитирование	64
1.5.6.2. Тайм-аут	65
1.5.6.3. Скользящее окно	67
1.5.7. Управление трафиком на высших уровнях OSI-модели.....	68
1.6. Параметры и характеристики компьютерных сетей.....	69
1.6.1. Параметры компьютерных сетей.....	69
1.6.2. Характеристики компьютерных сетей	70
1.6.2.1. Характеристики производительности.....	71
1.6.2.2. Характеристики оперативности.....	72
1.6.2.3. Характеристики надежности.....	73
1.6.2.4. Стоимостные характеристики	74
1.6.2.5. Локальные характеристики СВ	74
1.7. Сетевые протоколы	75
1.7.1. TCP/IP	75
1.7.2. XNS	76
1.7.3. IPX.....	77
1.7.4. AppleTalk.....	77
1.7.5. DECnet	77
1.7.6. SNA	78
1.7.7. Сопоставление коммуникационных моделей и протоколов ..	78
Раздел 2. СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.....	80
2.1. Основные понятия техники связи	80
2.1.1. Телекоммуникация.....	80
2.1.2. Сигналы	82
2.1.3. Спектр.....	84
2.1.4. Полоса пропускания.....	85
2.1.5. Модуляция.....	86
2.2. Система связи	87
2.2.1. Системы связи на основе непрерывного канала	88
2.2.2. Системы связи на основе дискретного канала	89
2.2.3. Классификация каналов связи.....	89
2.2.4. Характеристики каналов связи	90
2.2.5. Многоканальные системы связи.....	91
2.2.6. Методы мультиплексирования	92

2.2.6.1. Частотное мультиплексирование	92
2.2.6.2. Временное мультиплексирование	93
2.2.6.3. Волновое мультиплексирование.....	94
2.3. Методы модуляции и кодирования данных	95
2.3.1. Методы модуляции непрерывных данных	96
2.3.1.1. Аналоговая модуляция	96
2.3.1.2. Импульсная модуляция	97
2.3.2. Методы модуляции дискретных данных	99
2.3.3. Цифровое кодирование	100
2.3.3.1. Особенности передачи цифровых сигналов.....	101
2.3.3.2. Требования к методам цифрового кодирования	108
2.3.3.3. Потенциальный код без возврата к нулю (NRZ)	109
2.3.3.4. Биполярный импульсный код (RZ)	110
2.3.3.5. Биполярное кодирование с альтернативной инверсией (AMI).....	111
2.3.3.6. Потенциальный код с инверсией при единице (NRZI)	112
2.3.3.7. Манчестерский код	112
2.3.3.8. Дифференциальный манчестерский код.....	112
2.3.3.9. Код трехуровневой передачи MLT-3	113
2.3.3.10. Пятиуровневый код PAM-5.....	113
2.3.4. Логическое кодирование.....	113
2.3.4.1. Избыточное кодирование	114
2.3.4.2. Скремблирование	115
2.4. Кабельные линии связи	116
2.4.1. Электрические кабельные линии связи.....	117
2.4.1.1. Основные электромагнитные характеристики электрических кабелей связи	117
2.4.1.2. Витая пара	119
2.4.1.3. Коаксиальный кабель.....	120
2.4.2. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС).....	121
2.4.2.1. Оптическое волокно.....	122
2.4.2.2. Волоконно-оптический кабель	125
2.4.2.3. Оптические компоненты	125
2.4.2.4. Особенности ВОЛС	126
2.4.2.5. Применение ВОЛС в ЛВС.....	128
2.4.2.6. Способы сращивания оптических волокон	128
2.4.2.7. Перспективы ВОЛС	129
2.4.3. Кабельные системы	130
2.4.4. Структурированные кабельные системы.....	130
2.5. Беспроводные системы связи	132
2.5.1. Общие принципы организации беспроводной связи.....	132
2.5.1.1. Виды беспроводной связи	132
2.5.1.2. Характеристики ЭПИ.....	133
2.5.1.3. Условия распространения ЭПИ разных частот	133

2.5.1.4. Диапазоны радиоволн.....	134
2.5.1.5. Свойства радиоволн разных диапазонов.....	134
2.5.2. Наземная радиосвязь.....	137
2.5.3. Радиорелейные линии связи.....	138
2.5.4. Спутниковые системы связи.....	139
2.5.4.1. Общие сведения.....	139
2.5.4.2. Классификация спутниковых систем по типу орбиты.....	141
2.5.4.3. Геостационарная орбита.....	142
2.5.4.4. Высокоэллиптическая орбита.....	143
2.5.4.5. Низкоорбитальные ССС.....	144
2.5.5. Беспроводные сети на ИК-лучах.....	145
2.6. Телекоммуникационные сети.....	145
2.6.1. Классификация телекоммуникационных сетей.....	145
2.6.2. Передача данных на основе телефонных сетей.....	147
2.6.3. Модемная связь.....	151
2.6.3.1. Принципы организации модемной связи.....	151
2.6.3.2. Модемные стандарты.....	151
2.6.3.3. Классификация модемов.....	152
2.6.4. Цифровые сети с интегральным обслуживанием (ISDN-технология).....	153
2.6.5. Технологии xDSL.....	156
2.6.6. Мобильная телефонная связь.....	159
2.6.6.1. Принципы организации сотовой связи.....	159
2.6.6.2. Поколения мобильной сотовой связи.....	161
2.6.6.3. Поколение 1G.....	161
2.6.6.4. Поколение 2G.....	162
2.6.6.5. Поколение 2.5G.....	166
2.6.6.6. Поколение 3G.....	167
2.6.6.7. Поколение 3.5G.....	168
2.6.6.8. Поколение 4G.....	169
2.6.7. Цифровые выделенные линии.....	170
2.6.7.1. Плезиохронная цифровая иерархия.....	170
2.6.7.2. Синхронная цифровая иерархия.....	173
Раздел 3. ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ.....	177
3.1. Принципы организации ЛВС.....	177
3.1.1. Характерные особенности ЛВС.....	177
3.1.2. Состав ЛВС.....	177
3.1.3. Топологии ЛВС.....	179
3.1.4. Архитектуры ЛВС.....	180
3.1.4.1. Одноранговые (равноранговые) сети.....	181
3.1.4.2. Сети типа "клиент-сервер".....	181
3.1.4.3. Серверы ЛВС.....	182
3.1.5. Многосегментная организация ЛВС.....	182
3.1.5.1. Использование нескольких сетевых адаптеров.....	182

3.1.5.2. Повторители.....	183
3.1.5.3. Концентраторы	184
3.1.6. Методы управления доступом в ЛВС	184
3.1.7. Стандарты локальных сетей.....	187
3.2. ЛВС Ethernet	188
3.2.1. Общие сведения.....	188
3.2.2. Физический уровень ЛВС Ethernet.....	190
3.2.2.1. Спецификация 10Base-5	190
3.2.2.2. Спецификация 10Base-2	192
3.2.2.3. Спецификация 10Base-T.....	193
3.2.2.4. Спецификация 10Base-F.....	195
3.2.3. Канальный уровень ЛВС Ethernet.....	196
3.2.3.1. Кадр Ethernet II (Ethernet DIX).....	196
3.2.3.2. Кадр Raw 802.3 (IEEE 802.3/Novell).....	198
3.2.3.3. Кадр 802.3/LLC (кадр 802.3/802.2).....	199
3.2.3.4. Кадр Ethernet SNAP.....	199
3.2.3.5. Алгоритм определения типа кадра.....	200
3.2.3.6. Протокол CSMA/CD	201
3.2.4. Многосегментные ЛВС Ethernet	204
3.2.4.1. Условие корректности ЛВС	204
3.2.4.2. Расчёт времени двойного оборота (PDV)	206
3.2.4.3. Расчёт уменьшения межкадрового интервала (PVV)....	207
3.2.5. Расчет показателей производительности ЛВС Ethernet	208
3.2.6. Достоинства и недостатки ЛВС Ethernet	209
3.3. Высокоскоростные технологии Ethernet.....	209
3.3.1. Fast Ethernet	209
3.3.1.1. Спецификации 100Base-TX и 100Base-FX.	210
3.3.1.2. Спецификация 100Base-T4.....	211
3.3.1.3. Правила построения многосегментных ЛВС Fast Ethernet.....	211
3.3.2. 100VG-AnyLAN	212
3.3.3. Gigabit Ethernet.....	215
3.3.4. 10Gigabit Ethernet.....	216
3.3.5. 40Gigabit Ethernet и 100Gigabit Ethernet.....	217
3.4. ЛВС Token Ring	218
3.4.1. Общие сведения.....	218
3.4.2. Структурная организация Token Ring.....	219
3.4.3. Функциональная организация Token Ring.....	220
3.4.4. Форматы кадров.....	222
3.4.4.1. Начальный и конечной разделители	223
3.4.4.2. Управление доступом	223
3.4.4.3. Управление кадром	224
3.4.4.4. Адреса.....	225
3.4.4.5. Данные.....	225
3.4.4.6. Контрольная сумма	225

3.4.4.7. Статус кадра.....	226
3.4.5. Достоинства и недостатки ЛВС Token Ring.....	226
3.5. ЛВС FDDI.....	227
3.5.1. Общие сведения.....	227
3.5.2. Структурная организация сети FDDI.....	227
3.5.3. Функциональная организация FDDI.....	229
3.5.4. Форматы кадров.....	230
3.5.5. Технические характеристики FDDI.....	231
3.5.6. Достоинства и недостатки FDDI.....	232
3.6. Беспроводные ЛВС.....	232
3.6.1. Общие принципы построения беспроводных ЛВС.....	232
3.6.2. Методы передачи данных.....	233
3.6.2.1. Ортогональное частотное мультиплексирование.....	233
3.6.2.2. Расширение спектра скачкообразным изменением частоты.....	234
3.6.2.3. Прямое последовательное расширение спектра.....	235
3.6.2.4. Множественный доступ с кодовым разделением.....	236
3.6.3. Технология WiFi.....	238
3.6.4. Технология WiMax.....	239
3.6.5. Беспроводные персональные сети.....	241
3.6.5.1. Технология Bluetooth.....	241
3.6.5.2. Технология ZigBee.....	242
3.6.6. Беспроводные сенсорные сети.....	243
3.6.7. Сравнение беспроводных технологий.....	244
Раздел 4. ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ.....	246
4.1. Принципы организации глобальных сетей.....	246
4.1.1. Характерные особенности ГВС.....	246
4.1.2. Достоинства ГВС.....	247
4.2. Технические средства объединения сетей.....	247
4.2.1. Мосты.....	247
4.2.1.1. Прозрачные мосты.....	249
4.2.1.2. Транслирующие мосты.....	250
4.2.1.3. Инкапсулирующие мосты.....	250
4.2.1.4. Мосты с маршрутизацией от источника.....	251
4.2.2. Маршрутизаторы.....	252
4.2.2.1. Периферийные маршрутизаторы.....	254
4.2.2.2. Маршрутизаторы удаленного доступа.....	254
4.2.2.3. Магистральные маршрутизаторы.....	255
4.2.2.4. Методы маршрутизации.....	255
4.2.2.5. Протоколы маршрутизации.....	257
4.2.3. Коммутаторы.....	261
4.2.3.1. Каноническая структура коммутатора.....	262
4.2.3.2. Техническая реализация коммутаторов.....	264
4.2.3.3. Дополнительные функции коммутаторов.....	265
4.2.4. Шлюзы.....	266

4.3. Сети с установлением соединений.....	266
4.3.1. Принцип передачи пакетов на основе виртуальных каналов ..	266
4.3.2. Сети X.25	270
4.3.2.1. Назначение и структура сетей X.25	270
4.3.2.2. Стек протоколов сети X.25.....	271
4.3.2.3. Установление виртуального соединения.....	272
4.3.3. Сети Frame Relay	274
4.3.3.1. Особенности технологии Frame Relay	274
4.3.3.2. Поддержка качества обслуживания	275
4.3.3.3. Использование сетей Frame Relay	278
4.3.4. Технология АТМ	279
4.3.4.1. Общие принципы технологии АТМ.....	280
4.3.4.2. Стек протоколов АТМ.....	282
4.3.4.3. Формат АТМ-ячейки.....	283
4.3.4.4. Принцип работы коммутаторов АТМ.....	284
4.3.4.5. Обеспечение качества обслуживания	286
4.3.4.6. Использование технологии АТМ	287
4.4. Глобальная сеть Internet.....	287
4.4.1. Краткая история создания и организационные структуры Internet.....	287
4.4.2. Стек протоколов TCP/IP	288
4.4.2.1. Протоколы прикладного уровня.....	290
4.4.2.2. Протоколы транспортного уровня	292
4.4.2.3. Протоколы межсетевого уровня	292
4.4.2.4. Протоколы канального уровня («сетевой интерфейс»).....	293
4.4.3. Архитектурная концепция Internet	293
4.4.4. Адресация в IP-сетях	294
4.4.4.1. Сетевые IP-адреса.....	295
4.4.4.2. Сетевые IP-адреса.....	295
4.4.4.3. Специальные, автономные и групповые IP-адреса	297
4.4.4.4. Использование масок для IP-адресов.....	299
4.4.4.5. Распределение IP-адресов	300
4.4.4.6. Бесклассовая междоменная маршрутизация	301
4.4.4.7. Протоколы разрешения адресов ARP и RARP.....	302
4.4.4.8. Система доменных имен DNS	304
4.4.5. Коммуникационный протокол IPv4.....	306
4.4.6. Коммуникационный протокол IPv6.....	309
4.4.6.1. Адресация в IPv6	309
4.4.6.2. Структура пакета IPv6	312
4.4.6.3. Формат основного заголовка IPv6.....	313
4.4.7. Фрагментация.....	314
4.4.8. Транспортные протоколы стека TCP/IP.....	317
4.4.8.1. Транспортный протокол UDP	318
4.4.8.2. Транспортный протокол TCP.....	320

4.4.8.3. Псевдозаголовок протоколов UDP и TCP	323
4.4.9. Управляющий протокол ICMP.....	324
4.4.10. Протоколы канального уровня для выделенных линий.....	324
4.4.10.1. Протокол SLIP	325
4.4.10.2. Протоколы семейства HDLC	325
4.4.10.3. Протокол PPP	328
4.5. MPLS-технология.....	329
4.5.1. Основные принципы MPLS-технологии.....	329
4.5.2. Маршрутизатор LSR и таблица продвижения	330
4.5.3. Заголовок MPLS	331
4.5.4. Многоуровневая коммутация по меткам	332
4.6. Пример передачи данных в составной сети	334
4.6.1. Система обозначений.....	334
4.6.2. Формирование данных в узле-источнике	335
4.6.3. Передача данных	336
4.7. Безопасность компьютерных сетей.....	338
4.7.1. Средства компьютерной безопасности	338
4.7.2. Средства сетевой безопасности	339
4.7.3. Конфиденциальность, доступность, целостность.....	339
4.7.4. Сервисы сетевой безопасности	340
4.7.5. Технология защищённого канала	341
4.7.6. Протокол IPsec	342
Заключение.....	345
Вопросы и задания для самостоятельной работы	350
Используемые аббревиатуры	373
Список литературы	381
Алфавитный указатель	382