



ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ОПЕРАТОРСКИХ
И КОРПОРАТИВНЫХ
СЕТЕЙ СВЯЗИ



Київ-2011

УДК 621.39
ББК 32.968
Н 13

*Розповсюджувати та тиражувати
без офіційного дозволу авторів заборонено*

Авторы:

Носков В. И. — доцент, специалист Учебного центра «Watson Telecom»;
Савинов А. Ю. — кандидат технических наук, генеральный директор «Watson Telecom»;
Храповицкий И. А. — ведущий специалист Учебного центра «Watson Telecom»

Рецензенты:

Барлабанов В. В. — кандидат технических наук, доцент,
лауреат гос. Премии Украины;
Бунин С. Г. — доктор технических наук, профессор;
Каток В. Б. — кандидат технических наук, доцент

Н 13 Технологии и решения для операторских и корпоративных сетей
связи: Наукове видання. — К. : Вид-во «Ліра-К», 2011. — 294 с.
ISBN 978–966–2174–12–0

Книга дает представление о наиболее распространенных технологиях и протоколах, применяемых в сетях связи. Предназначена книга, в основном, для молодых специалистов и студентов старших курсов телекоммуникационных специальностей.

При изложении материала сделан упор на формирование у читателя понимания на инженерном уровне существа рассматриваемых вопросов.

Материал книги опирается на рекомендации МСЭ, стандарты IEEE, документы RFC. Изложение материала нацелено, прежде всего, на то, чтобы специалист в области телекоммуникаций мог самостоятельно разработать необходимое техническое решение по организации связи, выбрать оборудование, изучить документацию и технически грамотно его эксплуатировать.

Описанное в книге оборудование и телекоммуникационные решения на его основе широко применяются не только в Украине но и в других странах СНГ, прежде всего, России, Беларуси, Казахстане. В связи с чем книга может быть полезна и за пределами Украины. Поэтому авторы сочли целесообразным использовать русский язык для написания книги.

УДК 621.39
ББК 32.968

ISBN 978–966–2174–12–0

© ТОВ «Ватсон-Телеком», 2010
© Видавництво «Ліра-К», 2010

Содержание

Введение	6
Глава 1. ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА СЕТИ СВЯЗИ	10
Структура сети связи и виды телекоммуникационных услуг	10
Основные структурные компоненты	12
Глава 2. ТЕЛЕФОННЫЕ СЕТИ	20
2.1. Телефонная сеть общего пользования (ТСОП). Принцип нумерации	20
2.2. Ведомственные телефонные сети	30
2.3. Сигнализация в телефонных сетях	33
2.4. Сети ISDN	41
2.5. Трафик и качество обслуживания	43
2.6. Организация доступа абонентов к услугам связи телефонных сетей	47
Глава 3. СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	52
3.1. Определение и классификация сетей передачи данных	52
3.2. Модель OSI	56
3.3. Краткий обзор технологий пакетной коммутации	59
3.4. Глобальная сеть Интернет. Организация доступа абонентов к услугам Интернет	63
Глава 4. АНАЛОГОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ	72
4.1. Принцип аналоговой передачи речевых сообщений. Канал тональной частоты	72
4.2. Принцип организации многоканальных линий с каналами ТЧ	73
Глава 5. ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ	76
5.1. Представление сообщений в цифровых системах связи	76
5.2. Преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму. Кодеки речевых сигналов	79
5.3. Общий принцип мультиплексирования цифровых сигналов	82
5.4. PDH и SDH технологии мультиплексирования	85
5.5. Цифровой канал уровня E1	91

Глава 6. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ПО МЕДНЫМ ЛИНИЯМ	97
6.1. Основные характеристики медных линий, влияющие на передачу цифровых сигналов	97
6.2. Технические принципы xDSL	102
6.3. Разновидности xDSL технологий, стандарты и особенности применения	110
Глава 7. ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ПО ОПТОВОЛОКОННЫМ ЛИНИЯМ СВЯЗИ	116
7.1. Технические принципы передачи цифровых сигналов по световодам	116
7.2. Виды оптических кабелей и аксессуары	119
Глава 8. РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ	122
8.1. Принцип организации радиорелейной связи	122
8.2. Диапазоны частот и факторы, влияющие на распространение радиоволн	131
8.3. Общий порядок проектирования радиорелейных линий	133
Глава 9. СЕТИ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ НА ОСНОВЕ СТЕКА ПРОТОКОЛОВ TCP/IP	142
9.1. Стек протоколов TCP/IP в модели OSI	142
9.2. Канальный уровень стека TCP/IP. Технология Ethernet, протоколы управления логическим каналом	144
9.3. Организации виртуальных локальных сетей	154
9.4. Особенности передачи Ethernet кадров по медным линиям. Технология EFM	158
9.5. Протокол IP. Адресация в IP-сетях	160
9.6. Передача IP пакетов в Ethernet-сетях. Протокол ARP	165
9.7. Принцип маршрутизации в IP-сетях	168
9.8. Протоколы транспортного уровня TCP, UDP	172
9.9. Протокол автоматического назначения IP адресов DHCP	176
9.10. Протокол преобразования сетевых адресов NAT	178
9.11. Протокол управления групповыми рассылками IGMP	181
9.12. Оптимизация передачи пакетов групповой рассылки в Ethernet-сетях. Ethernet-коммутаторы с IGMP snooping	186
9.13. Протокол ICMP	187
9.14. SNMP-протокол управления элементами сетей связи	190
9.15. Качество обслуживания и его реализация в сетях TCP/IP	197
9.16. Виртуальные частные сети (VPN)	201

Глава 10. Технология ATM	204
10.1. Основная идея и технические принципы ATM	204
10.2. Применение ATM для построения xDSL-систем доступа	210
Глава 11. ОБОРУДОВАНИЕ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТОРСКИХ И КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ	212
11.1. Телекоммуникационные решения на основе SHDSL систем Watson	212
11.2. Построение систем передачи и доступа с использованием оптоволоконного кабеля	225
11.3. Построение транспортных сетей корпораций радиорелейными системами ALCOMA	232
11.4. Организация мультисервисных абонентских выносов на основе оборудования НТС-1100Е	236
11.5. Использование телефонной системы Coral в корпоративных сетях	246
11.6. Организация мультисервисного абонентского уплотнения системой EMX	251
11.7. Использование DSLAM для доступа к интегрированным услугам связи	257
Глава 12. СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ И МОЛНИЕЗАЩИТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ	262
12.1. Основные нормативные документы Украины, ведомственные нормы, рекомендации МЭК	262
12.2. Системы заземления телекоммуникационных объектов	263
12.3. Системы молниезащиты телекоммуникационных объектов	268
Заключение	279
Список сокращений и терминов	280
Список литературы	290