

УДК 621.3

А.А. Смирнов, В.В. Босько, Е.В. Мелешко

Кировоградский национальный технический университет, Кировоград

АНАЛИЗ И СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

Проведен анализ тенденции, а также перспективных направлений развития цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Исследованы возможности обеспечения различных телекоммуникационных услуг цифровыми сетями. Исследована динамика роста потребителей телекоммуникационных услуг и средней интенсивности информационного потока по данным Госкомстата и КМИС. Проведено сравнительное исследование достоинств и недостатков различных технологий передачи информации. Соделан вывод о необходимости решения задачи оптимизации распределения потоков данных для полного использования доступных ресурсов телекоммуникационных систем и сетей.

Ключевые слова: телекоммуникационные системы и сети, цифровые линии связи, коммутация каналов, коммутация пакетов.

Введение

Постановка проблемы. Являясь частью инфраструктуры экономики государства, телекоммуникационные сети играют чрезвычайно важную роль в жизни общества и определяют степень его развития. Увеличение числа пользователей, появление новых сетевых услуг, эволюция технологий передачи данных, разработка цифровых средств связи обусловили закономерный поэтапный переход к цифровым телекоммуникационным сетям и системам.

Анализируя тенденции в развитии телекоммуникационных сетей и систем, следует отметить появление и стремительное внедрение [1 – 5] отдельных цифровых линий, построенных по принципу импульсно-кодовой модуляции с использованием временного разделения каналов (TDM). Продолжительные исследования [1, 2] показали, что цифровые каналы имеют значительно меньшую вероятность ошибки (10^{-6}) по сравнению с аналоговыми каналами (10^{-4}), и их производительность в 5–7 раз выше аналоговых. Цифровые сети, построенные на основе этих базовых принципов с последующим мультиплексированием, получили название плезихронной цифровой иерархии (Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH) (рис. 1). Однако, как показали дальнейшие исследования принципов построения и функционирования сетей PDH, информационный обмен в режиме коммутации каналов, отсутствие средств сетевого автоматизированного контроля и протоколов маршрутизации существенно затрудняют процесс передачи большого объема данных и предоставления телекоммуникационных услуг и сервисов с требуемыми показателями качества. В то же время постоянно растущий спрос и резкое повышение требований к качеству предоставляемых услуг (рис. 2, по данным Госкомстата и Киевского

международного института социологии (КМИС) [7]) обусловил необходимость объединения различных служб в рамках единой сети (передача данных, телефония, видео и т.д.).

Реакцией со стороны разработчиков телекоммуникационных технологий на требования информационного сообщества явилась разработка цифровых сетей интегрального обслуживания (ЦСИО (Integrated Service Digital Network, ISDN)) [2, 5], внедрение которых планировалось провести в три этапа. Первый этап (70–80-е года) характеризуется переходом к цифровым методам передачи и коммутации, т.е. строится так называемая интегральная цифровая сеть IDN (Integrated Digital Network) при аналоговых абонентских линиях и аналоговых телефонах. На этом этапе сохраняются обособленные системы передачи данных с коммутацией каналов и коммутацией пакетов. На втором этапе (80–90-е года) международным союзом электросвязи (МСЭ) была разработана и внедрена группа рекомендаций серии I с описанием основных принципов построения узкополосной ЦСИО (N-ISDN). Скорость передачи в такой сети равна 144 Кбит/с, что при первичном доступе к сети включает два речевых канала по 64 Кбит/с (B-каналы) и один канал для передачи данных и служебной информации со скоростью 16 Кбит/с (D-канал). Проведенные исследования показали, что один такой канал связи обслуживает до 30 «информационных каналов» и обеспечивает возможность быстрой генерации и сброса вызовов, а также передачу информации о поступающих вызовах, в том числе о номере обращающегося к сети абонента. При построении N-ISDN сетей использованы различные методы коммутации: коммутация каналов (КК) для речи и коммутация пакетов (КП) для данных. Однако на практике основным режимом функционирования ISDN остается режим с

коммутацией каналов [3], что, в свою очередь, делает невозможным внедрение современных средств и протоколов сетевого (решение задач маршрутиза-

ции) и транспортного (решение задач мультиплексирования, сегментации и др.) уровня в процесс передачи данных.

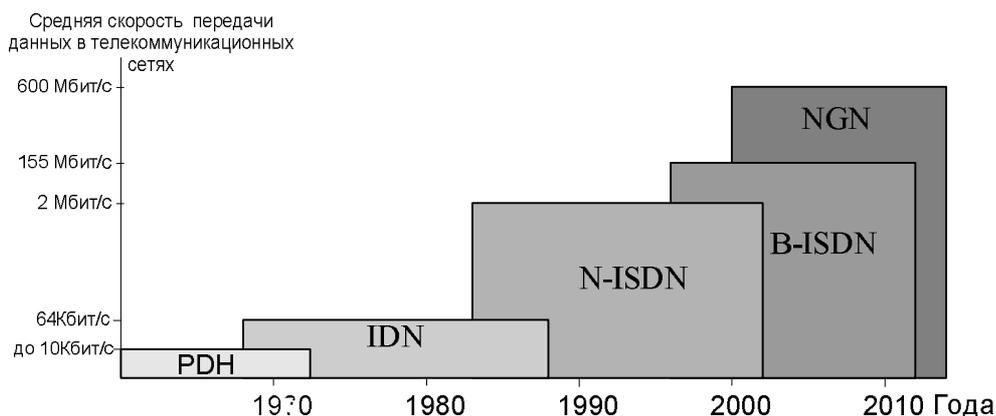


Рис. 1. Поэтапное развитие цифровых телекоммуникационных сетей

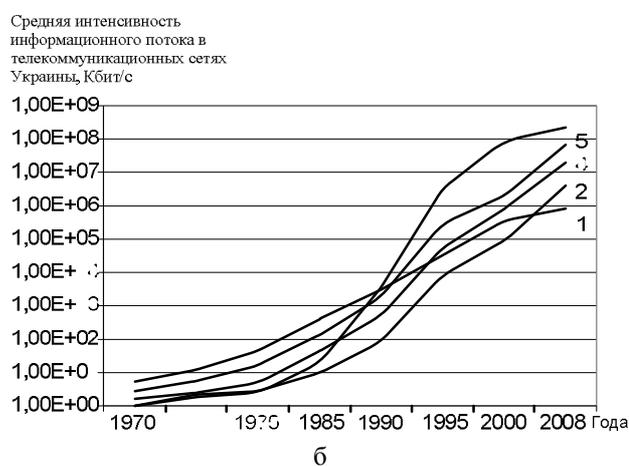
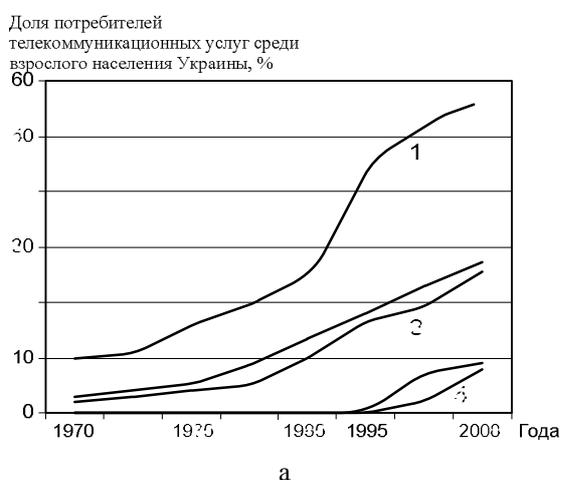


Рис. 2. Динамика роста потребителей телекоммуникационных услуг и средней интенсивности информационного потока по данным Госкомстата и КМИС:

1 – телефония; 2 – IP-телефония; 3 – обеспечение мультимедийной и видеoinформацией; 4 – передача массивов данных; 5 – информационный поиск

Постоянный рост популярности компьютерной техники на производстве и в частном секторе (рис. 3), увеличение числа абонентов телекоммуникационных сетей, расширение видов услуг, постоянный спрос на услуги сети Интернет (WWW и др.) привели к значительному росту общего сетевого трафика (рис. 2). В связи с этим на следующем этапе развития телекоммуникационных сетей произошел переход от узкополосных сетей интегрального обслуживания к широкополосным цифровым сетям, (Broadband Integrated Service Digital Network, B-ISDN).

Основные принципы построения таких сетей, определенные рекомендацией МСЭ I.121, включают в себя коммутацию пакетов, называемых ячейками (cells), и асинхронный режим доставки (Asynchronous Transfer Mode, ATM) [5]. Базовая скорость передачи данных, определенная стандартными рекомендациями, принята равной 155,52

Мбит/с, что значительно превосходит базовую скорость T-ISDN.

Однако, проведенные исследования показали, что наряду с очевидными достоинствами этой технологии у нее есть ряд существенных недостатков. В частности, сложность управления процессами в таких сетях (например, функционирование ATM в режиме соединения с доступной скоростью (ABR)), большая избыточность протокола ATM, увеличенные задержки на сборку/разборку ячеек, а также сложность протоколов маршрутизации по сравнению с «IP-протоколами» до сих пор не позволяют в полной мере использовать преимущества этой технологии для передачи потоков данных в условиях поступления множественных заявок абонентов. В связи с этим практически параллельно с переходом к Ш-ЦСИО МСЭ была предложена концепция мультисервисных сетей следующего поколения NGN (Next Generation Network).



Рис. 3. Динамика роста числа компьютеров на предприятиях и организациях и доступ к компьютерной технике населения Украины

Концепция NGN, в первую очередь, характеризуется четким разделением трех уровней соединения – доступа, транспорта и услуг (рис. 4) в соответствии с их функциональными задачами (для маршрутизации, коммутации и передачи данных используется транспортный функциональный уровень, для передачи информации сигнализации – уровень доступа, а за управление логикой услуг и приложений, создание, внедрение и взаимодействие различных услуг отвечает уровень услуг) [4, 5].

Основным отличием сетей NGN от B-ISDN является отказ от принятой в традиционных сетях «канальной парадигмы» и перевод традиционных (телефония, видео и т.д.) услуг на IP-платформу. Проведенный анализ показал, что использование на транспортном уровне сети NGN стека TCP/IP позволит упростить процесс управления и маршрутизации потоков данных. Сравнительная характеристика возможностей обеспечения различных телекоммуникационных услуг цифровыми сетями представлена в табл. 1.

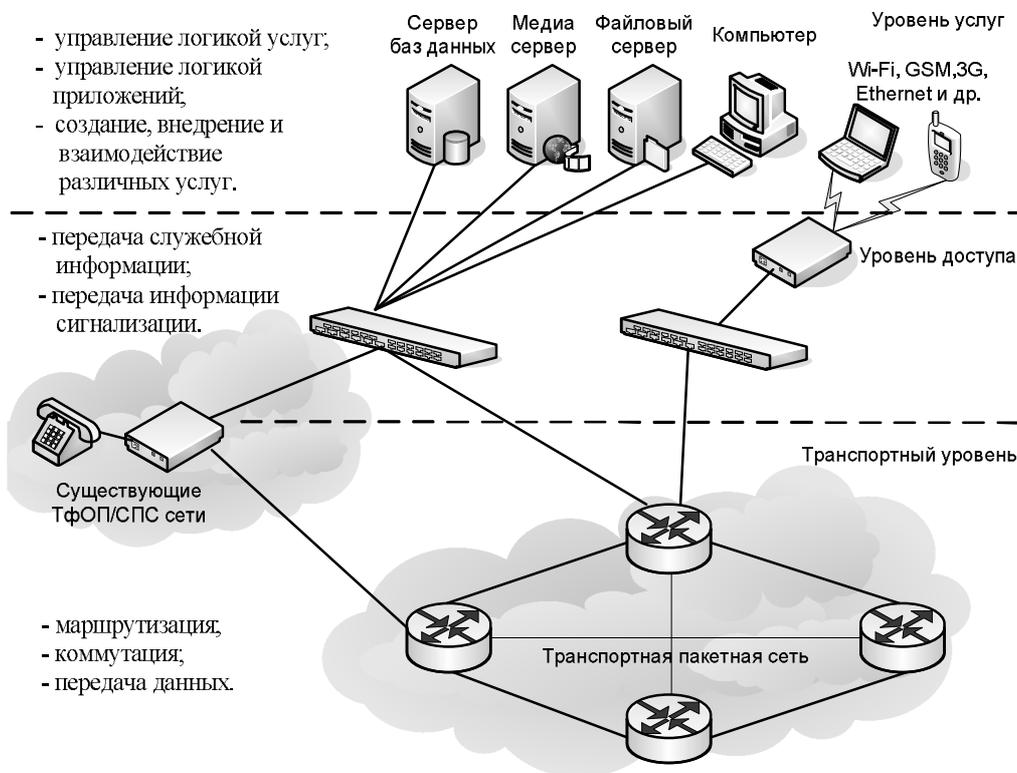


Рис. 4. Обобщенная схема построения сети NGN

Сравнительная характеристика возможностей обеспечения различных телекоммуникационных услуг цифровыми сетями

Телекоммуникационные услуги	Вид телекоммуникационной сети				
	PDH	IDN	N-ISDN	B-ISDN	NGN
Телефония	+	+	+	+	+
IP-телефония	–	–	–	–	–
Видеоконференцсвязь, видеонаблюдение	–	–	–	+	+
Передача служебной информации	–	+	+	+	+
Высокоскоростная передача массивов данных	–	–	–	+	+
Краткосрочный обмен данными (БД, дистанционное обучение и т.д.)	–	–	+	+	+
Информационный поиск	–	–	+	+	+

Выводы

Проведенный анализ достоинств и недостатков цифровых телекоммуникационных сетей показал перспективность развития широкополосных сетей (B-ISDN, NGN). Однако, учитывая значительное увеличение числа абонентов и интенсивности передаваемого трафика (рис. 2), а также расширение видов услуг и постоянное повышение вероятностно-временных требований к качеству обслуживания (Quality of Service, QoS) (прежде всего к времени доставки данных и их достоверности), перед операторами телекоммуникационных услуг помимо традиционных задач увеличения пропускной способности сети встали задачи оптимизации распределения потоков данных для полного использования доступных ресурсов. На сегодняшний день очевидно, что характеристики обслуживания потоков данных должны дифференцироваться в зависимости от природы трафика, загруженности отдельных компонентов телекоммуникационной сети, изменений интенсивности информационных потоков, а так же с учетом предъявляемых вероятностно-временных требований к качеству предоставляемых услуг.

Список литературы

1. Бертсекас Д. Сети передачи данных: Пер. с англ.; под ред. Б.С. Цыбакова / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. – М.: Мир, 1989. – 544 с.
2. Величко В.В. Передача данных в сетях мобильной связи третьего поколения / В.В. Величко. – М.: Радио и связь, Горячая линия-Телеком, 2005. – 332 с.
3. Иносе Х. Интегральные цифровые сети связи: Пер. с англ.; под ред. В.И. Неймана / Х. Иносе. – М.: Радио и связь, 1982. – 320 с.
4. Королев А.В. Управление сетевыми ресурсами / А.В. Королев, Г.А. Кучук, А.А. Паинев. – Х.: ХВУ, 2004. – 272 с.
5. Кучерявый Э.А. Управление трафиком и качеством обслуживания в сети Интернет / Э.А. Кучерявый. – СПб.: Наука и техника, 2004. – 336 с.
6. Олифер В.Г. Новые технологии и оборудование IP-сетей / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: БХВ, 2000. – 512 с.
7. Семенов С.Г. Оптимизация трафика на основе сбалансированной загрузки информационно-телекоммуникационной сети / С.Г. Семенов // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ, 2004. – № 8(36). – С. 206-210.

Поступила в редколлегию 1.12.2008

Рецензент: д-р техн. наук А.В. Лемешко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

АНАЛІЗ І ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

О.А. Смирнов, В.В. Босько, Є.В. Мелешко

Проведений аналіз тенденції, а також перспективних напрямів розвитку цифрових телекомунікаційних систем і мереж. Досліджені можливості забезпечення різних телекомунікаційних послуг цифровими мережами. Досліджена динаміка зростання споживачів телекомунікаційних послуг і середньої інтенсивності інформаційного потоку за даними Держкомстату і КМІС. Проведено порівняльне дослідження достоїнств і недоліків різних технологій передачі інформації. Зроблений висновок про необхідність рішення задачі оптимізації розподілу потоків даних для повного використання доступних ресурсів телекомунікаційних систем і мереж.

Ключові слова: телекомунікаційні системи і мережі, цифрові лінії зв'язку, комутація каналів, комутація пакетів.

ANALYSIS AND COMPARATIVE RESEARCH OF PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF DIGITAL SYSTEMS OF TELECOMMUNICATIONS AND NETWORKS

A.A. Smirnov, V.V. Bosko, Ye.V. Meleshko

The analysis of tendency is conducted, and also perspective directions of development of the digital systems of telecommunications and networks. Possibilities of providing of different services of telecommunications digital networks are explored. The dynamics of growth of users of services of telecommunications and middle intensity of informative stream is explored. Comparative research of dignities and lacks of different technologies of passing to information is conducted. A conclusion is done about the necessity of decision of task of optimization of distributing of flows of data for the complete use of accessible resources of the systems of telecommunications and networks.

Keywords: systems of telecommunications and networks, digital flow lines, switching of channels, commutation of packages.