

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ РАЗНОСКОРОСТНЫХ СИСТЕМ КОММУТАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПРИ ИХ ПОСТРОЕНИИ

к.т.н. В.В. Горбачёв, к.т.н. А.Д. Буханцов, к.т.н. С.В. Родионов  
(представил д.т.н., проф. А.В. Королёв)

*В работе рассматриваются цифровые разноскоростные системы коммутации с разработкой предложений по их построению и последующему использованию в сетях связи различного назначения.*

**Постановка проблемы.** При создании цифровых сетей связи и развертывании на их основе информационных служб возникает ряд специфических проблем, среди которых в первую очередь следует выделить следующие: *необходимость обслуживания пользователей* услугами связи с терминальным оборудованием различного типа, отличающимся видом связи, скоростью передачи цифровых сигналов (ЦС), методами защиты информации от ошибок, протоколами взаимодействия с обслуживающей их системой; *необходимость сопряжения* различного типа разноскоростных сетей связи; *нерациональность реализуемых способов* трансформации скоростей и методов передачи ЦС в групповых трактах, ведущих к непроизводительному использованию значительной части ресурса этих трактов.

Поиск путей решения указанных проблем является особо актуальной задачей для сетей военной связи, которые характеризуются значительным разнообразием комплексов технических средств связи различных поколений, а также наличием как стационарной, так и мобильной компонент систем связи различных уровней управления, требующих постоянного взаимодействия в различных условиях деятельности войск.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Анализ способов передачи сообщений в процессе предоставления услуг показал, что терминалы пользователей и спецаппаратура, представляющая собой элементы сетевого окончания, реально ориентированы на ряд скоростей передачи: 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 16,0; 32,0; 64,0 Кбит/с. Принципиально не исключены и другие скорости передачи ЦС с терминалов пользователей. Скорость передачи ЦС в первичном групповом тракте первичной сети (образуемом, например, системами передачи радиорелейных станций, кабельных или волоконно-оптических линий связи) установлена 2048 Кбит/с [2, 5, 6]. Следует отметить, что требу-

емый диапазон скоростей передачи ЦС с терминалов пользователей значительно превышает число номиналов скоростей передачи, рекомендованных МККТТ для перспективных цифровых средств (в том числе и средств коммутации). В связи с этим возникает **актуальная** задача поиска и использования оригинальных технических решений, направленных на реализацию новых принципов коммутации, обеспечивающих решение указанных проблем.

**Цель статьи.** В данной статье предлагаются практические пути решения указанных проблем на основе синтеза так называемых цифровых разноскоростных систем коммутации (ЦРСК).

**Назначение и физическая сущность ЦРСК.** Цифровая разноскоростная система коммутации предназначена: для включения линий связи от абонентов информационной среды (системы), отличающихся как видом связи, скоростью передачи информации, так и видом предоставляемых услуг (типом терминалов); осуществления соединений трактов связи, соответствующих включенным линиям, по командам потребителя или оператора; а также взаимодействия с информационно-вычислительным центром информационной системы. Кроме того, на ЦРСК может возлагаться решение сетевых задач при установлении междомодульных соединений в пределах национальной интегрированной цифровой информационной системы Украины.

С точки зрения оценки физической сущности ЦРСК представляет собой оригинальную коммутационную систему пятого поколения, обеспечивающую интеграцию функций каналообразования, защиты от ошибок, коммутации и, в отдельных случаях, засекречивания; включение и обслуживание терминалов связи, отличающихся: видом связи, скоростью передачи ЦС, методами защиты от ошибок, протоколами взаимодействия с обслуживающей их системой; включение и обслуживание одиночных аналоговых и цифровых каналов связи, различающихся по скорости передачи ЦС и протоколом взаимодействия с коммутационными системами; включение и обслуживание типовых групповых трактов, образуемых системами передачи цифровой сети связи интегрального обслуживания (ЦССИО); распределение и передачу частных цифровых потоков, образуемых терминалами связи или поступающих по одиночным каналам связи, по групповым цифровым потокам (при наличии необходимого ресурса в групповых трактах) в соответствии с адресом, содержащимся в заявках на передачу сообщений, представляемых этими потоками.

Вместе с тем следует отметить, что ЦРСК принципиально позволяет включать групповые тракты более высокого порядка (вторичные, третичные, четвертичные). Более того, такое включение способствует еще большему повышению эффективности использования оборудования систем передачи цифровых сетей связи. Однако, возможности реализа-

ции таких включений ограничиваются реальным быстродействием существующих процессоров, используемых для управления коммутационным процессом в ЦРСК.

**Некоторые аспекты технической реализации ЦРСК.** Анализ и обоснование рекомендаций по принципам структурного построения коммутационных систем достаточно полно изложены в материалах отечественной литературы [1, 5, 6]. Учитывая существенную разницу параметров цифровых каналов, включаемых от пользователей (1,2 – 64 Кбит/с) и трактов, получаемых с первичной сети (2048 Кбит/с), при построении ЦРСК используется разнотипное включение линий связи: линии связи от терминалов пользователей (через информационную среду) включаются со станционной стороны, тракты первичной сети – с линейной стороны. Учитывая характер взаимодействия ЦРСК с терминалами пользователей по высокоскоростным трактам, целесообразно ввод сигналов со станционной стороны осуществлять в асинхронном, а с линейной стороны – в синхронном режимах.

С целью обеспечения гибкости применения ЦРСК, удобства эксплуатационного обслуживания и конструктивного выполнения целесообразно предусмотреть наращивание емкости (числа включаемых каналов и трактов) типовыми блоками. Рациональная типовая емкость блока может быть рекомендована по станционной стороне 32 – 64 линии, а по линейной стороне – 4 – 8 первичных трактов.

Для включения этих линий и трактов, обработки поступающих по ним сигналов, распределения потока ЦС и управления ими ЦРСК разделяется на линейный (ЛМ) и коммутационный (КМ) модули.

В зависимости от группировок линий и трактов разного рода, а также величины поступающей по ним нагрузки, указанные модули могут комплексироваться.

Как показывают результаты исследований [1, 3, 4, 6], для большинства информационных систем связь ЦРСК с базовым информационно-вычислительным центром (ИВЦ) системы может осуществляться двумя способами: путем создания группировок средне- и высокоскоростных (1,2 – 64 Кбит/с) внутримодульных соединительных линий; с помощью высокоскоростного соединительного тракта (2048 Кбит/с), объединяющего разноскоростные частные цифровые потоки (ЧЦП) в групповом цифровом потоке (ГЦП).

В первом случае цифровые сигналы от ЦРСК к ИВЦ поступают в том же виде, в котором они принимаются с терминалов пользователей. Однако, при этом существенно усложняется организация взаимодействия между этими двумя составляющими информационной системы и значительно увеличивается объем соединительного и обрабатывающего оборудования.

В связи с тем, что заявки на предоставление услуг образуют стохастические потоки, для обеспечения высокого качества обслуживания потребителей требуется большая избыточность такого оборудования, следствием чего является низкая степень его использования. В противном случае резко возрастает вероятность блокировок при установлении соединений от выхода ЦРСК (со стороны пользователей) к выходу на ИВЦ.

Применение высокоскоростных (2048 Кбит/с) внутримодульных соединительных трактов между ЦРСК и ИВЦ полностью решает эту проблему, что и обусловило целесообразность выбора второго способа. В связи с тем, что параметры указанного соединительного тракта и способ его формирования могут быть приняты аналогичными создаваемым в ЦРСК типовым групповым цифровым трактам, включение его также должно осуществляться с линейной стороны. Выбор из группового цифрового потока частных, соответствующих цифровым потокам, поступающим от потребителей услуг, должно осуществляться на ИВЦ программными методами.

**Основные функции коммутационного модуля.** Коммутационный модуль, как объект рассмотрения в данной статье, представляет собой оригинальную электронную систему и реализует в составе ЦРСК следующие основные функции: прием ЦС группового потока и поцикловая их обработка; преобразование временной последовательности ЦС в пространственную (операции преобразования типа “время-пространство”); выделение в цифровом потоке сигналов “вызова” (“занятия”), “адреса”, “отбой” и перераспределение направлений передачи ЦС в соответствии с этими сигналами; взаимодействие по указанным сигналам с линейным модулем данной ЦРСК или коммутационным модулем других коммутационных систем аналогичного типа; формирование сигналов “вызов” (“занятие”), “адрес” и “отбой” для их передачи на КМ других коммутационных систем аналогичного типа; формирование кодовых структур защиты от ошибок в цикловой последовательности на выходе КМ; пересчет номера услуги, набираемого потребителем, в адресе направления передачи цифрового потока (сообщения); хранение информации о состоянии временных позиций группового цифрового потока (ГЦП) на входе и выходе КМ; формирование ГЦП на выходе каждого тракта КМ; распределение (коммутация) частных цифровых потоков по направлениям их передачи в соответствии с адресной информацией; взаимодействие на уровне межмашинного обмена (прямой доступ) между блоками разных трактов КМ.

Исследуемый коммутационный модуль с точки зрения функционального построения должен представлять распределенную мультипроцессорную систему, реализующую параллельные алгоритмы обработки информации. Основными исходными данными для исследования КМ являются: струк-

турная схема КМ; алгоритм функционирования КМ при установлении соединения по заявке (вызову), поступающей в групповом цифровом потоке; сведения о количестве и характере потока заявок, поступающих от терминалов связи (и одиночных каналов связи); алгоритм внутримодульного взаимодействия основных приборов КМ, непосредственно определяющих динамику распределения цифровых потоков.

**Выводы.** Результаты решения проблем, рассмотренных для сетей военной связи, могут быть широко использованы и при построении сетей других ведомств (муниципальных служб городов, службы безопасности, МВД, МПС, гражданская авиация, морской и речной флот и др.), а также при совершенствовании общегосударственной системы связи. Особенно актуальным является решение этой задачи при развертывании на базе государственной сети информационных систем, где в зависимости от типа терминального оборудования и внешней информационной среды требуется использование широкого диапазона скоростей и методов передачи цифровых сигналов (от 1,2 до 64 Кбит/с и более). Одновременно (как показывают предварительные исследования) могут быть внесены существенные коррективы в принципы построения коммутационных систем общего назначения при построении сетей связи нового поколения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордиенко Б.А. и др. *Военные коммутационные системы и телефония*. – Л.: ВАС, 1989. – 304 с.
2. МККТТ. *Оранжевая книга. Т. 53.1. Передача данных по телефонной сети: Рекомендации серии М и вопросы*. – М.: Связь, 1980. – 144 с.
3. Блэк Ю. *Сети ЭВМ: протоколы, стандарты, интерфейсы*. – М.: Мир, 1990. – 350 с.
4. Сипсер Р. *Архитектура связи в распределенных системах*. – М.: Мир, 1981. – 744 с.
5. Гитлиц М.В. и др. *Теоретические основы многоканальной связи*. – М.: Радио и связь, 1985. – 440 с.
6. *Багатоканальний електрозв'язок та телекомунікаційні технології / За ред. В.В. Попівського* – Х.: Світ, 2003. – 512 с.

Поступила 3.02.2004

**ГОРБАЧЁВ Виктор Васильевич**, канд. техн. наук, СИС, ведущий научный сотрудник научного центра при ХВУ. В 1956 г. окончил военную академию связи. Область научных интересов – системы и сети передачи данных.

**БУХАНЦОВ Андрей Дмитриевич**, канд. техн. наук, зам. нач. научно-исследовательского отдела научного центра при ХВУ. В 1986 г. окончил Харьковское ВВКИУ РВ. Область научных интересов – обработка информации, анализ сложных систем.

**РОДИОНОВ Сергей Викторович**, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры ХВУ. В 1988 г. окончил Харьковское ВВКИУ РВ. Область научных интересов – системы управления и связи, защита информации в вычислительных сетях.