

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

М.И. Чаклова

ЦИФРОВАЯ СТАНЦИЯ EWSD

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

по курсу «Системы коммутации»
для студентов специальностей «Сети телекоммуникаций»,
«Многоканальные системы телекоммуникаций»
дневной и заочной форм обучения

Минск 2003

УДК 621.395.34(075.8)
ББК 32.882-5 я 73
Ч 16

Р е ц е н з е н т :

доцент кафедры систем телекоммуникаций БГУИР, канд. техн. наук
Н.В. Тарченко

Чаклова М.И.

Ч 16 Цифровая станция EWSD: Учебное пособие по курсу «Системы коммутации» для студ. спец. «Сети телекоммуникаций», «Многоканальные системы телекоммуникаций» дневной и заочной форм обучения / М.И. Чаклова. – Мн.: БГУИР, 2003. – 48 с.: ил.

ISBN 985-444-514-3.

В учебном пособии рассмотрена базовая структура системы коммутации EWSD, на основе которой построены новые версии; описаны структурные схемы основных блоков, приведены их технические данные.

УДК 621.395.34 (075.8)
ББК 32.882-5 я 73

ISBN 985-444-514-3

© Чаклова М.И., 2003
© БГУИР, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Архитектура системы
 - 1.1. Модульная архитектура системы EWSD
 - 1.2. Структура системы EWSD
 - 1.3. Программное обеспечение
2. Цифровые блоки DLU
 - 2.1. Структура блока DLU
 - 2.1.1. DLU система
 - 2.1.2. Система шин
 - 2.1.3. Периферия
 - 2.2. Программное обеспечение DLU
3. Линейные группы LTG
 - 3.1. Общие сведения
 - 3.2. Функциональные блоки LTG
4. Коммутационное поле SN
 - 4.1. Общие сведения
 - 4.2. Структура SN
 - 4.3. Функции КП
5. Координационный процессор CP
 - 5.1. Общие сведения
 - 5.2. Структура CP113
6. Управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу
 - 6.1. Общие сведения
 - 6.2. Структура CCNC
7. Процедура обработки вызова в системе EWSD

Литература

Приложение

ВВЕДЕНИЕ

Связь является решающим фактором экономического роста и процветания любой страны. На пороге XXI века произошло слияние телекоммуникационных и компьютерных технологий, что привело к изменению структур сетей связи.

Объединение традиционно разделенных сетей обусловлено не только технологическими возможностями, но и желаниями абонента иметь единый сетевой доступ, обеспечивающий простоту обращения к услугам различных сетей, таких как телефонная, ISDN, Internet, мультимедиа. Несмотря на то, что в настоящее время данные сети дифференцированы, в дальнейшем намечается их слияние до определенной степени, но без их полной взаимозаменяемости. Одновременно с этим рынок услуг связи развивается в направлении от узкополосных к широкополосным сетям. Для пользователей становится доступным все более широкий спектр услуг связи, таких как услуги, представленные в режиме on-line, широкополосные (видеотелефония, видеоконференция, передача данных и др.), услуги ISDN. Это приведет к увеличению абонентского трафика, который, по прогнозам, может достичь уровня 0,5 Эрл.

Проблемы изменения структуры сетей, увеличения абонентского трафика обуславливают создание новых современных коммутационных систем с более высокими пропускными способностями.

Фирма Siemens принимает активное участие в разработке микроэлектронного и электрического оборудования. В 1981г. фирмой была создана цифровая электронная коммутационная система EWSD, которая разрабатывалась как открытая система с гибкой архитектурой аппаратных и программных средств. На ее базе реализованы необходимые дополнительные функции сети и разработано несколько видов подсистем:

«EWSD PowerNode» – система мощной динамической сети связи для обработки высокого сетевого и абонентского трафика, что позволяет подключать огромное число абонентов. При внедрении «EWSD PowerNode» полностью сохраняются архитектура EWSD и структура ПО, расширяются функциональные возможности соответствующих компонентов системы;

«EWSD InterNode» – позволяет обслужить Internet трафик. Использование инфраструктуры телефонной сети для услуг Internet обеспечивает получение дополнительных дивидендов от установленного оборудования;

«EWSD BroadbandNode» – обеспечивает интеграцию услуг широкополосной связи ATM. Эта система является основой для сетей, ориентированных на будущие требования, в которых будет обеспечено взаимодействие технологий различных типов, таких как ISDN в сети общего пользования (PSTN) и широкополосная связь в режиме асинхронной передачи (ATM). Технология широкополосной связи предоставляет оператору сети возможность внедрения новых видов услуг, например, услуги с высокочастотной графикой, мультимедийные приложения, видеотелефонная связь.

EWSD представляет собой цифровую систему коммутации, которая может быть использована в различных сетевых структурах и в качестве сетевого узла

разной емкости для коммутации разнообразных видов информации и легко приспособлена для удовлетворения изменяющихся требований. На платформе EWSD реализуются также и классические приложения: местный сетевой узел, транзитный сетевой узел, узел межсетевого взаимодействия (международный), сетевой узел в сетях подвижной связи, пульт коммутации услуг (SSP) в интеллектуальных сетях (IN), транзитный пульт сигнализации (STP).

Модульность и прозрачность аппаратных и программных средств обеспечивают возможность адаптации EWSD к любой сетевой среде, а гибкость системы достигается за счет использования распределенных процессоров с функциями локального управления. Общие функции управления реализуются координационным процессором.

Система EWSD соответствует требованиям международных стандартов и рекомендаций ITU-T, ETSI. В EWSD используются операционная система Unix, язык программирования CHILL, язык описаний и спецификаций SDL, язык взаимодействия «человек-машина» MML.

В данном учебном пособии рассмотрены вопросы архитектуры системы EWSD, подробно описаны основные подсистемы, их назначение и структура. В заключении для лучшего представления взаимодействия различных подсистем и функциональных блоков EWSD рассмотрен процесс внутривычислительного соединения.

1. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

1.1. Модульная архитектура системы EWSD

Универсальность системы EWSD заключается в структуре программного обеспечения (ПО) и аппаратных средств (АС), которые выполняют вполне определенные функции, и модульном принципе построения механической конструкции (рис 1.1).

Аппаратные средства подразделяются на подсистемы. Пять основных подсистем составляют основу конфигурации EWSD. К ним относятся:

1. Цифровой абонентский модуль (DLU).
2. Линейная группа (LTG).
3. Коммутационное поле (SN).
4. Управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу (CCNC).
5. Координационный процессор (CP).

Каждая подсистема имеет по крайней мере один собственный микропроцессор.

Принцип распределенного управления в системе обеспечивает разграничение функций между отдельными ее частями с целью обеспечения равномерного разделения нагрузки и минимизации потоков информации между отдельными подсистемами.

Программное обеспечение организовано с ориентацией на выполнение определенных задач подсистемами EWSD. Внутри подсистемы ПО имеет функциональную структуру.

Операционная система (ОС) состоит из программ, приближенных к аппаратным средствам и являющихся одинаковыми для всех типов станций. Программы пользователя зависят от конкретного проекта и от конфигурации станции и сети.

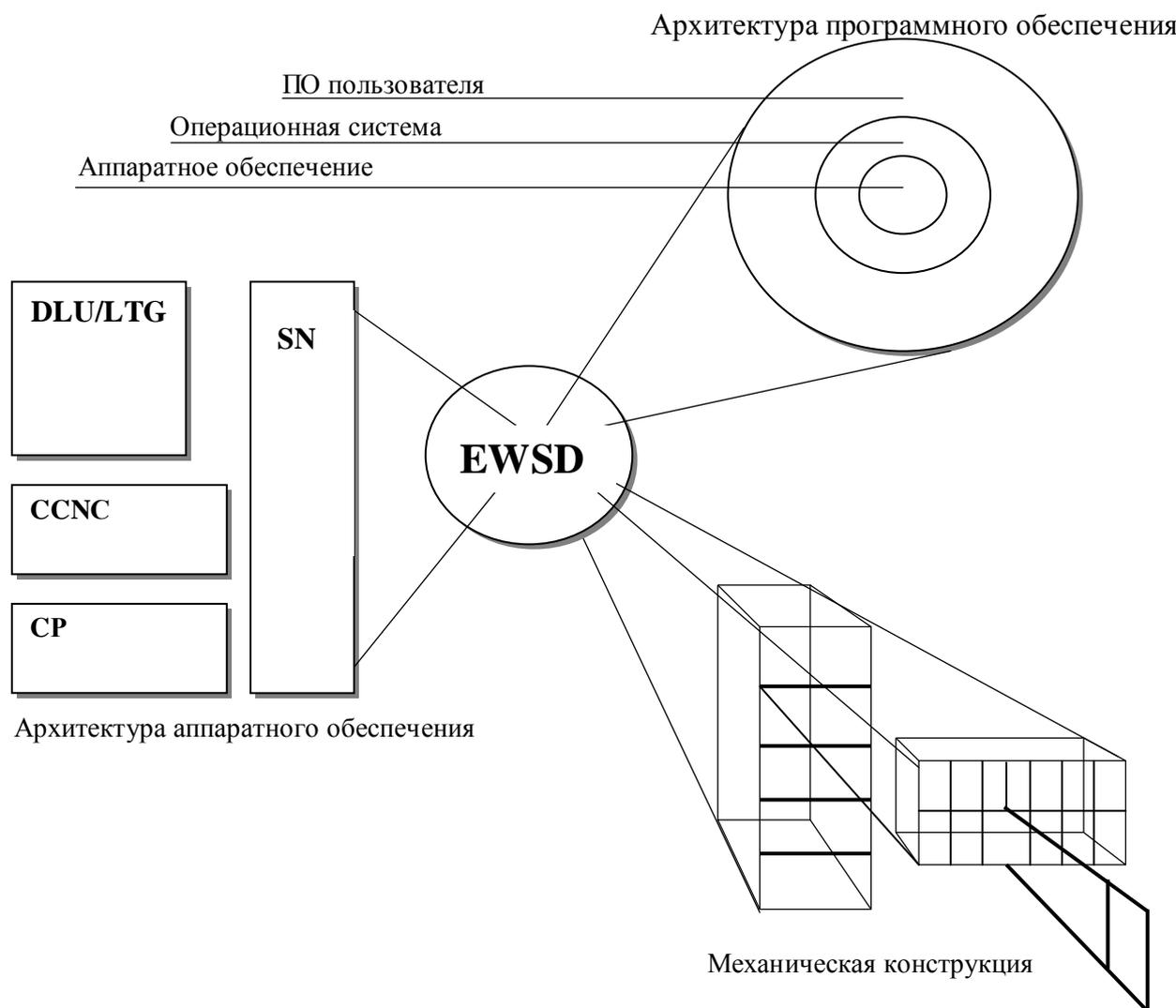


Рис. 1.1. Модульная архитектура системы EWSD

Современные автоматизированные технологии, правила разработки ПО, язык программирования CHILL обеспечивают функциональную ориентированность, систематичность, четкую организацию программ, поэтапный контроль процесса их разработки.

Механическая конструкция системы EWSD обеспечивает простой и быстрый монтаж, экономичное техобслуживание и гибкое расширение системы.

Технические данные EWSD

Производительность системы:

количество абонентских линий (АЛ) 250 000
количество соединительных линий (СЛ) 60 000

Цифровой абонентский блок:

количество АЛ до 950
тип подключаемой АЛ аналоговая, цифровая
способ набора номера абонента тональный (по Рек. ITU-T Q23),
..... импульсный (5–22 имп/с)

ISDN-доступ:

базовый 160 Кбит/с (2В+Д+синхр., где В=64 Кбит/с, Д=16 Кбит/с)
первичный 2048 Кбит/с (30В+Д+синхр., где В=64 Кбит/с, Д=64 Кбит/с)

Коммутаторная система:

количество цифровых коммутаторов в коммутационном поле до 300
число попыток установления соединения 1000000 ВНСА
коммутируемый трафик 25200 Эрл

Линейная группа:

подключение цифровых СЛ со скоростью 2048 Кбит/с
системы сигнализации № 5, R2, CCS № 7 (по Рек. ITU-T)

Координационный процессор:

емкость запоминающего устройства (ЗУ) до 64 Мбайт
емкость адресации до 4 Гбайт
внешнее ЗУ (магнитный диск) до 4 устройств по 337 Мбайт

Маршрутизация трафика на каждое направление максимально
..... 7 основных путей и путь последнего
..... выбора; последовательный или произ-
..... вольный выбор свободной линии в пучке
Количество линейных комплектов на станцию 1000 входящих, исходящих, дву-
сторонних

Управляющее устройство CCS № 7 до 254 сигнальных каналов

Напряжение питания 48 В или 60 В

Максимальное отклонение частоты тактового генератора:

плезиохронный режим 10^{-9} ,
синхронный режим 10^{-11}

Учет стоимости телефонного разговора:

методы импульсный учет, АМА (САМА, LAMA), IARSTAT
зоны, тарифы до 127 зон, до 6 тарифов на зону
переключение тарифа с интервалами по 15 мин
запоминание данных в ЗУ координационного процессора
хранение данных автоматическое, 8 раз ежедневно
..... для дублирования на накопителе
..... на магнитном диске
обработка данных передача данных в ВЦ или вывод на ленту

Условия окружающей среды:

температура окружающей среды	5–40 °С
относительная влажность	10–80%

1.2. Структура системы EWSD

EWSD выполняет все свои функции на единой аппаратной платформе. Аппаратное обеспечение (АО) представляет собой физические элементы системы. Архитектура АО EWSD, представленная на рис. 1.1, позволяет создавать различные комбинации подсистем, имеющие четко определенные интерфейсы, что дает возможность использовать систему EWSD в различных сетевых структурах в качестве узла разной емкости.

При разработке АС EWSD использовались новейшие достижения технологии производства АС, такие как специализированные интегральные схемы (ASIC), большие интегральные схемы (LSI), специально адаптированные к системам связи и цифровые сигнальные процессоры (DSP), благодаря чему удалось уменьшить физические размеры системы EWSD.

Функции, определяемые окружающей средой сети, т.е. функции доступа, обрабатываются цифровыми абонентскими блоками DLU и линейными группами LTG. Управляющее устройство сети общеканальной сигнализации CCNC функционирует как транзитный узел сигнального трафика (SP/STP) системы сигнализации №7.

Коммутационное поле (КП) является “сердцем” станции. В нем производится установление соединений с пунктами назначения, определяемыми вызывающими абонентами.

Устройства управления подсистемами независимы друг от друга и выполняют все задачи, которые возложены на них. Например, LTG занимаются приемом цифр, регистрацией учета стоимости разговора, наблюдениями и др.

Координационный процессор СР управляет базой данных, конфигурацией сети, обработкой полученной информации для маршрутизации и выбора пути, а также зоны учета стоимости разговора; выполняет координационные и системные функции, такие как запоминание и управление программами, станционными и абонентскими данными; осуществляет контроль за всеми подсистемами и др.

На рис. 1.2 представлены основные подсистемы EWSD.

Доступ

Блоки DLU предназначены для концентрации трафика от абонентов. Они могут быть установлены на самом сетевом узле либо выполнены в виде выносных блоков и размещены в непосредственной близости от абонентских групп. Удаленные DLU используются в качестве концентраторов. Важной функцией удаленного DLU является предоставление услуг в режиме экстренного обслуживания. В случае прерывания каналов сигнализации в направлении управляющего

сетевого узла EWSD эта функция позволяет поддерживать телефонную связь между абонентами, включенными в данный DLU.

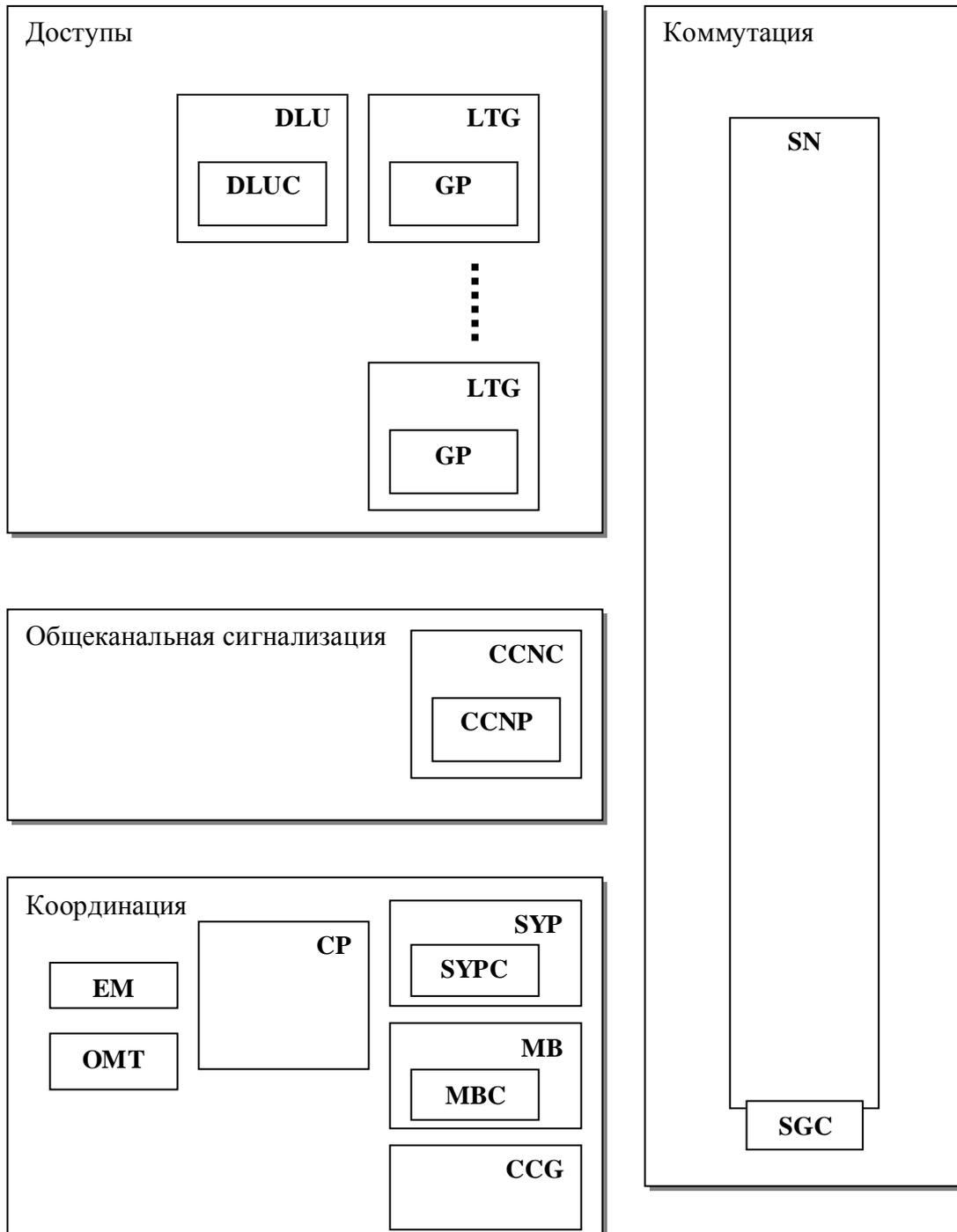


Рис. 1.2. Подсистемы EWSD

DLU могут комплектоваться абонентскими комплектами (АК) как для аналоговых, так и для цифровых абонентов. Кроме того, возможно создание специальных портов, например, для подключения телефона для экстренных вызовов или испытательного телефона. Подключение DLU к линейным группам LTG осуществляется по уплотненным линиям (2048 Кбит/с).

Линейные группы LTG формируют интерфейс с коммутационным полем для области доступа. К LTG могут быть подключены цифровые СЛ с различными системами сигнализации (№5, R2, №7 Рек. ITU-T), линии доступа на первичной скорости ISDN (РА), которые используются для включения учреждений станций (PBX), а также спутниковые линии связи, для которых в LTG предусмотрены эхо-компенсаторы. Несмотря на то, что АЛ и СЛ используют различные системы сигнализации, LTG представляет собой единый внутрисистемный сигнально-независимый интерфейс с КП, что облегчает внедрение новых или модифицированных систем сигнализации и позволяет использовать в СР независимое от сигнализации ПО для всех применений системы EWSD.

Коммутация

Коммутационное поле SN является основным компонентом сетевого узла. Оно обеспечивает проключение соединений между источниками и требуемыми адресатами. Неблокируемое SN станции EWSD производит проключение цифровой информации через ступени временной (Т) и пространственной (S) коммутации. В СР постоянно поступает информация о состоянии занятости соединительных путей коммутационного поля, и он определяет путь для конкретного соединения. Координационный процессор передает установочную информацию в управляющее устройство коммутационной группы (SGC) для проключения соединительных путей через ступени Т и S. SN осуществляет коммутацию отдельных путей для двух направлений передачи одного соединения (А→В, В→А), что соответствует проключению четырехпроводного соединения в аналоговой сети. Эти два связанных между собой пути проходят через SN с «зеркально симметричными» параметрами, как это показано на рис 1.3. Помимо этих соединений SN устанавливает полупостоянные соединения, необходимые для обмена данными между различными блоками управления в EWSD. Коммутационное поле SN дублируется.

Координация

Координационный процессор (СР 113) является мультипроцессором, емкость которого наращивается ступенями, благодаря чему он легко адаптируется к

различным требованиям по производительности обработки вызовов. СР взаимодействует с блоками децентрализованного управления в отдельных подсистемах.

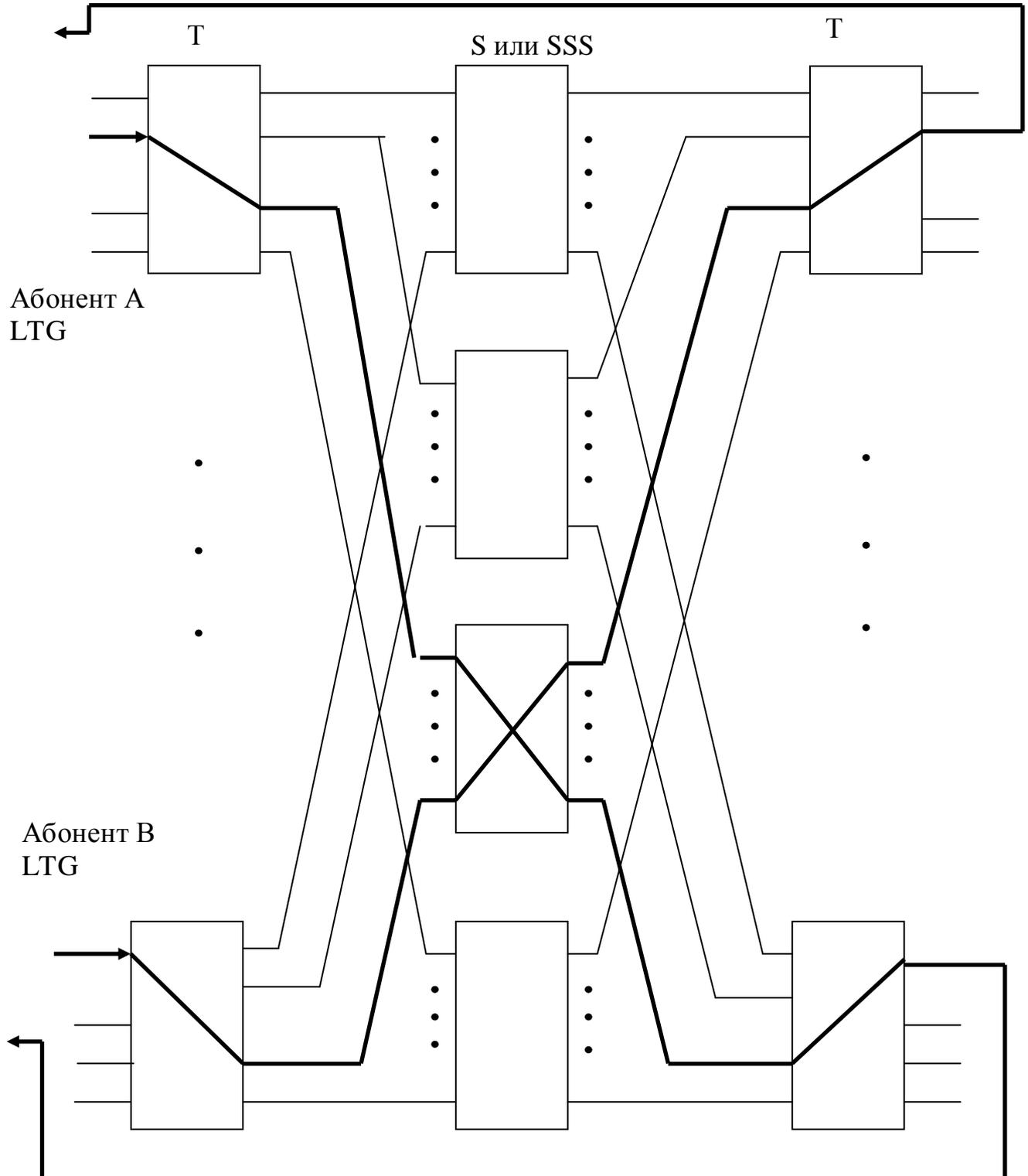


Рис. 1.3. Соединение через коммутационное поле SN

К координационному процессору СР подключаются:

1. Буфер сообщений МВ – для координации внутреннего обмена информацией между СР, SN, LTG, CCNC в пределах одной станции. В новом буфере сообщений D (MBD) реализована функция обхода цифровых трактов в направлении CCNC на базе технологии АТМ.

2. Центральный генератор тактовой частоты ССГ – отвечает за синхронизацию сетевого узла, а при необходимости – самой сети. ССГ имеет очень высокую точность (10^{-9}), тем не менее возможна дополнительная синхронизация от внешнего задающего тактового генератора (10^{-11}).

3. Системная панель SYP – предназначена для отображения внутрисистемных аварийных сигналов, сообщений-рекомендаций и нагрузки СР. Таким образом, SYP обеспечивает непрерывный обзор состояния системы. На панель выводится внешняя аварийная сигнализация, например, пожар, выход из строя системы кондиционирования воздуха и пр.

Для организации контроля за всеми ступенями одной зоны обслуживания в центре эксплуатации и техобслуживания (ОМС) может устанавливаться центральная системная панель (CSYP). На нее выводятся как акустические, так и визуальные аварийные сигналы и сообщения-рекомендации, поступающие от всех станций.

4. Терминал эксплуатации и техобслуживания ОМТ.

5. Внешняя память EM – используется для хранения следующей информации:

программ и данных, которые не должны постоянно храниться в СР;

всей системы прикладных программ для автоматического восстановления; данных по тарификации телефонных разговоров.

EM состоит из двух накопителей на магнитных дисках MDD, также имеются накопитель на магнитной ленте MTD – для операции ввода/вывода, для хранения программ и данных и магнитно-оптический накопитель MOD.

Сигнализация по общему каналу

EWSD поддерживает систему сигнализации CCS №7, которая состоит из подсистемы сообщений МТР и нескольких подсистем пользователей UP. Подсистемы пользователей зависят от конкретных применений, например, ISUP – это подсистема пользователя сети ISDN; MAP – это прикладная подсистема сети подвижной связи и др. В EWSD функции подсистемы МТР выполняются управляющим устройством сети сигнализации по общему каналу CCNC, а различные подсистемы пользователей реализованы в ПО соответствующих линейных групп LTG.

Общие каналы сигнализации проключаются к CCNC через обе стороны дублированного коммутационного поля. CCNC соединяется с несколькими группами LTG по линиям 2 Мбит/с, по каналам которых осуществляется передача сигнальной информации со скоростью 64 Кбит/с через обе стороны SN в группы LTG и в обратном направлении. К CCNC можно подключить до 254 звеньев сигнализации. Пересылка сигнальных сообщений внутри самого CCNC осуществляется в режиме асинхронной передачи (ATM).

1.3. Программное обеспечение

Высокая степень качества и надежности ПО EWSD при решении динамически сложных задач обработки вызовов в масштабе реального времени, а также гибкость в отношении различных видов применения и предоставления услуг достигаются за счет:

- модульной архитектуры ПО;
- управления качеством;
- использования языков программирования CHILL, C++, Ассемблера;
- оптимизированных методов разработки ПО.

Высокая гибкость ПО системы EWSD базируется на широком использовании перезагружаемого программного обеспечения. Вместе со специфической для узла базой данных они образуют систему прикладных программ APS. Реальное микропрограммное обеспечение (набор программ, хранящихся в ПЗУ и независимых от конкретного применения) представлено только в определенных процессорах, таких как управляющие устройства SN и MB, в модулях АЛ и СЛ.

Аналогично разделению аппаратных средств на подсистемы с децентрализованным управлением ПО EWSD также делится на группы в соответствии с выполняемыми функциями. Это означает, что более простые функции реализуются средствами управления системной периферией, а более общие и сложные функции выполняются координационным процессором CP. В соответствии с принципом распределенного управления EWSD каждый процессор в системе имеет свое собственное ПО, которое состоит из операторов управления (кода программы) и данных, а также операционную систему, которая выполняет свои задачи в условиях реального времени, т.е. с учетом соответствующих прерываний и приоритетов. Операционная система CP написана на языке CHILL.

База данных содержит как переменные, так и полупостоянные данные. Переменные относятся к данным обработки вызова, поэтому они постоянно изменяются во время работы системы. К ним относятся, например, состояние аппаратных средств, данные по учету стоимости разговора и др. Полупостоянными данными описываются состояния и характеристики, которые редко меняются во время работы, – это конфигурация системы, характеристики доступа, данные маршрутизации, зоны тарификации. Данные этого типа защищены от записи, и их текущая копия всегда хранится в дублированном устройстве внешней памяти MB – накопителе на магнитном диске. Они могут изменяться с помощью команд MML. База данных состоит из нескольких модулей, в которых содержатся опре-

деления структуры и записи описания данных для распределения пространства памяти и процедуры доступа.

В соответствии с концепцией распределенного управления ПО EWSD отдельные части базы данных размещаются в периферийных процессорах.

2. ЦИФРОВЫЕ БЛОКИ DLU

Блоки DLU могут эксплуатироваться как локально в станции, так и дистанционно, на удалении от нее. Удаленные блоки DLU устанавливаются вблизи групп абонентов, в результате чего сокращается протяженность АЛ, а абонентский трафик к коммутационной станции концентрируется на цифровых трактах передачи, что приводит к созданию экономичной сети абонентских линий с оптимальным качеством передачи. Кроме этого, удаленные DLU позволяют осуществлять быстрое внедрение на всей обслуживаемой ими территории новых услуг, предоставляемых, например, сетью ISDN, службой Centrex и др. Они размещаются в стандартных стативах DLU (до 1760 абонентов), которые устанавливаются в помещении или в защищенном корпусе (до 168 абонентов) вне помещений. Группа, содержащая от 2 до 6 DLU, образует удаленный блок управления RCU для обслуживания порядка 5000 абонентов. В случае аварии, когда нет возможности установить соединение с сетевым узлом, удаленные блоки могут работать в аварийном режиме для внутренних вызовов, т.е. перейти на автономное обслуживание своих абонентов.

На рис. 2.1 показано подключение блоков DLU.

К блоку DLU можно подключить от 384 цифровых до 952 аналоговых АЛ различного типа, а именно:

аналоговые АЛ с импульсным и тональным набором номера;

линии аналоговых учрежденческих станций PABX;

цифровые АЛ базового доступа (BA) ISDN;

линии от цифровых учрежденческих станций PBX;

цифровые коммутаторы и пульта оператора-телефониста службы Centrex;

АЛ через оборудование сети доступа других производителей (интерфейс V5.1);

высокоскоростные АЛ со скоростью передачи до 2 Мбит/с, используемые для доступа в Internet.

С целью обеспечения надежности каждый блок DLU подключается к двум различным линейным группам LTG, а все модули этого блока, имеющие одинаковые функции управления, дублируются и работают в режиме разделения нагрузки.

Подключение DLU к LTG возможно по одной, двум, четырем мультиплексным линиям первичного цифрового потока (PDC 2048 Кбит/с). Локальное подключение к LTG осуществляется по двум линиям – 4096 Кбит/с. Для передачи управляющей информации внутри системы EWSD используется упрощенный вариант сигнализации CCS №7.

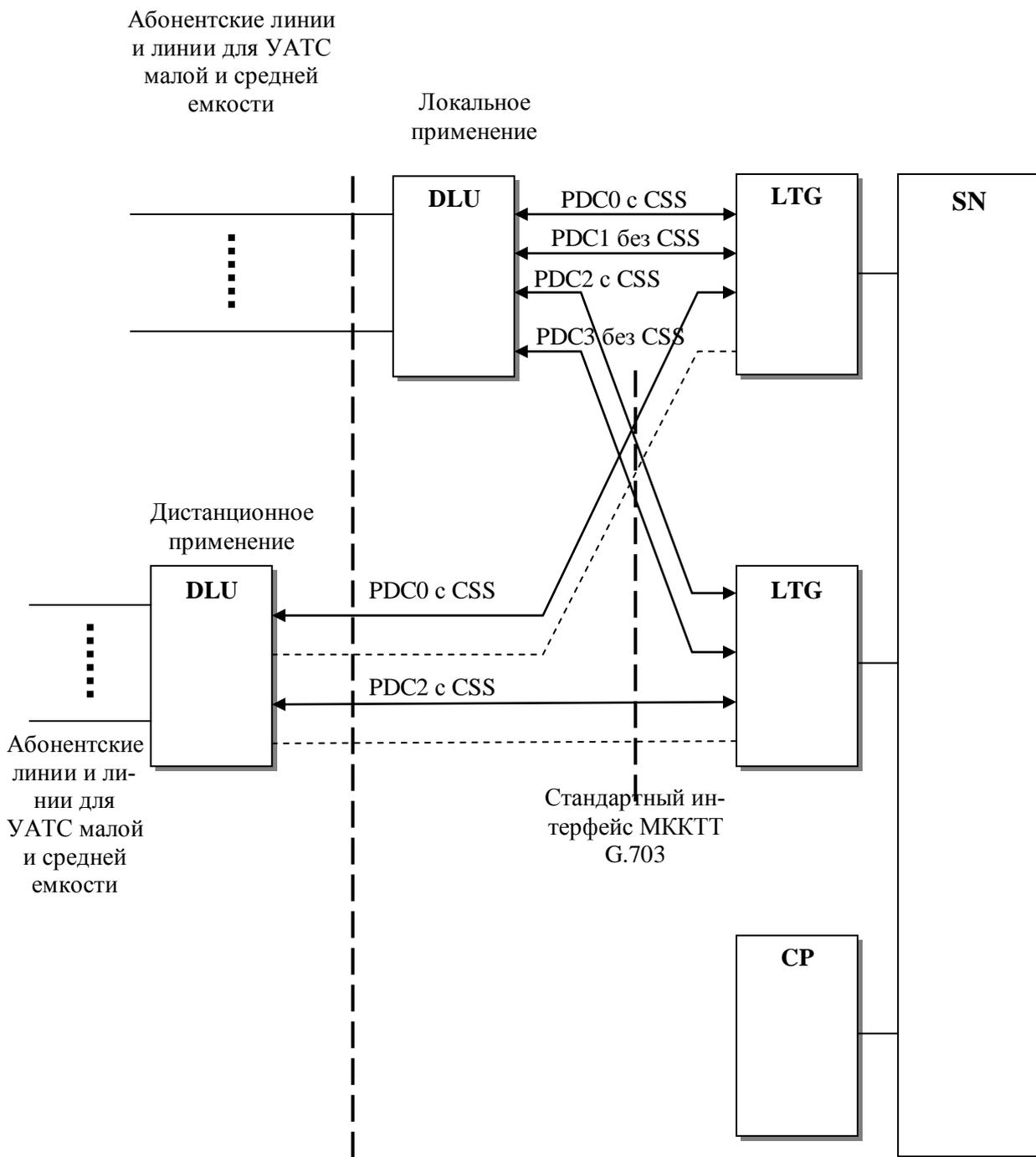


Рис. 2.1. Применение подключения блоков DLU

2.1. Структура блока DLU

На рис. 2.2 представлена блок-схема цифрового абонентского блока DLU, который состоит из периферии, системы шин, DLU-систем.

2.1.1. DLU-система

В абонентский блок входят две DLU-системы 0,1, каждая из которых содержит:

DLUC – управляющее устройство блока DLU;

DIUD – цифровой интерфейс;

CG – генератор тактовой частоты;

BD – модуль распределения шин.

DLU-система дублируется, а блоки DIUD, DLUC, CG относятся к центральным блокам. Далее рассмотрим более подробно основные блоки.

DLUC – управляющее устройство цифрового абонентского блока

В целях обеспечения надежности и повышения пропускной способности в DLU имеются два устройства DLUC. Они работают независимо друг от друга в режиме разделения нагрузки: если одно выходит из строя, то другое в состоянии обработать нагрузку.

DLUC осуществляет управление последовательным выполнением функций внутри DLU либо передает сигнализацию между абонентскими комплектами SLC и DLUC. Внутренняя «Сеть управления 0, 1» блока DLU подключает устройства соответственно к DLUC 0, 1. Обращение ко всем функциональным блокам, оборудованным собственными микропроцессорами, осуществляется через эту сеть. Блоки циклически опрашиваются на предмет готовности сообщений к отправке, и к ним осуществляется прямой доступ для передачи команд и данных.

DLUC выполняет пробные испытания и наблюдения с целью опознавания ошибок.

DIUD – цифровой интерфейс для DLU

Модуль DIUD имеет два интерфейса для подключения двух потоков PDC (2048 Кбит/с), соединяющих DLU и LTG. Основные функции DIUD:

принимать информацию управления PDC (DIUD0 из PDC 0,1, а DIUD1 из PDC 2,3), поступающую из LTG, на конкретный DLUC, в обратном направлении информация, поступающая из конкретного DLUC, вводится в канал 16 той же PDC и передается в LTG;

выделять из линейного тракта PDC сигнал для синхронизации генератора тактовой частоты CG; выполнять программы испытания и наблюдения с целью обнаружения ошибок.

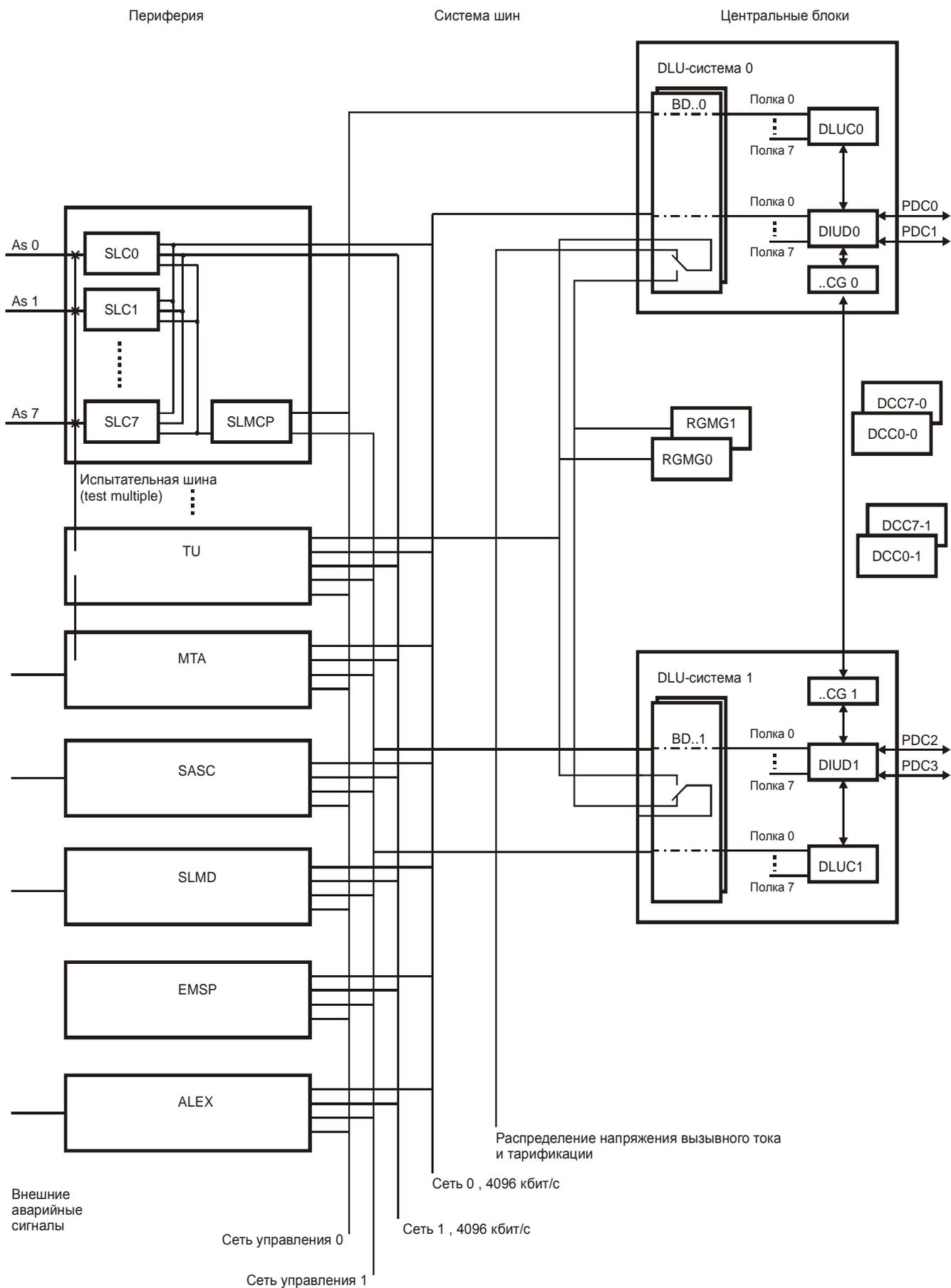


Рис. 2.2. Блок-схема DLU

DIUD 0,1 соединяется с внутренней «Сетью 0,1 4096 Кбит/с», по которой распределяется информация пользователя к абонентским модулям SLM или от них.

CG-генератор тактовой частоты для DLU

Генератор тактовой частоты CG генерирует системный тактовый импульс 4096 кГц, необходимый для DLU и соответствующий импульсу цикловой синхронизации. Для обеспечения надежности генератор тактовой частоты дублирован. Два генератора тактовой частоты работают по принципу «ведущий – ведомый». В нормальных условиях эксплуатации ведущий генератор тактовой частоты является активным, в то время как ведомый находится в резервном режиме. Ведущий генератор снабжает обе DLU-системы тактовыми сигналами. Если ведущий генератор выходит из строя, то система переключается на ведомый генератор, который начинает снабжать обе DLU-системы тактовыми сигналами.

Генератор тактовой частоты принимает сигнал синхронизации из DIUD, а он в свою очередь выделяет этот сигнал из линейного тактового импульса соответствующей линии PDC.

2.1.2. Система шин

Обмен информацией в DLU осуществляется с помощью дублированной системы шин. При этом обмен информацией между DLU-системой 0 и периферийными блоками осуществляется через систему шин 0, а между DLU-системой 1 и периферийными блоками – через систему шин 1. Если одна из систем шин выходит из строя, то обмен информацией для обеих DLU-систем осуществляется через вторую систему шин. Каждая система шин включает в себя «Сеть управления 0,1» и «Сеть 4096 Кбит/с».

Сеть управления

Сети управления 0 и 1 относятся соответственно к DLUC0 и DLUC1. При выходе из строя одной из сети управления другая сеть берет на себя все обслуживание. DLUC имеет 8 интерфейсов, от которых линии управления сети ведут к модулям ВД. От блоков ВД сеть управления разветвляется к функциональным блокам с микропроцессорами. В блоках ВД сигналы регенерируются и разветвляются ко входам устройств периферии, а поступающие сигналы от периферии концентрируются на нескольких линиях. Такая структура сети обеспечивает ограничение области распространения неисправностей.

Сети управления передают управляющую информацию, а именно, команды от DLUC к SLM, а в обратном направлении пересылают абонентскую сигнализацию и сообщения. В обоих направлениях скорость передачи в сетях управления составляет 187,5 Кбит/с, т.е. эффективная скорость составляет примерно 136 Кбит/с.

Сеть 4096 Кбит/с

«Сети 0 и 1 4096 Кбит/с» относятся соответственно к DIUD0 и DIUD1. DIUD имеет 8 интерфейсов, от которых линии сети ведут к модулям BD. Структура сети идентична структуре сети управления.

Обе «Сети 4096 Кбит/с» имеют по 64 канала на каждое направление передачи со скоростью 64 Кбит/с. По этим каналам передается информация пользователя; через DIUD устанавливается взаимосвязь между каналами «Сети 4096 Кбит/с» и каналами PDC.

2.1.3. Периферия

Модули абонентских комплектов SLM служат для включения АЛ в систему EWSD. Аналоговые АЛ включаются в SLMA, а цифровые АЛ – в SLMD. Существует также модуль расширения АК (SLMX), который обеспечивает интерфейс V 5.1 для подключения оборудования сети доступа. С помощью него в системе EWSD могут быть подсоединены выносные абонентские концентраторы разных производителей по цифровому тракту 2048 Кбит/с с сигнализацией по общему каналу.

Модули SLMA

В модули SLMA могут включаться 4, 6, 8, 16 аналоговых АК, которые управляются абонентским процессором SLMCP. Каждый абонент по АЛ включается в АК. Основными функциями SLMA являются:

питание микрофона ($U=60$ В, $I=20$ мА);

наблюдение за состоянием АЛ (свободно, занято);

прием импульсного набора номера и передача тонального;

согласование по форме передаваемого речевого сигнала (функция кодирования) и в связи с этим переход от двухпроводной схемы разговорного тракта к четырехпроводной (функция дифсистемы) и наоборот;

согласование по уровням передаваемых сигналов: в сторону телефонного аппарата подаются сигналы высокого уровня, а в сторону системы эти сигналы не должны подаваться, так как АК построены на микросхемах с питанием 5 В.

Для включения аналоговых АК используют следующие модули:

SLMA: COS – для включения обычных абонентов;

SLMA: CSR – для подключения таксофонов;

SLMA: FPB – программируемый АК;

SLMA: DID – для подключения учреждений станций PBX;

SLMA: CMRL – АК с генерацией тарифных импульсов 12 кГц / 16 кГц.

Модули SLMD

SLMD служит для подключения цифровых абонентов. В него включают 8 цифровых АК (SLCD), управляемых процессором. Каждый цифровой АК с помощью блока сетевого окончания NT предоставляет базовый доступ (2B+D, где

$B = 64$ Кбит/с, $D = 16$ Кбит/с) для максимально 8 терминалов ISDN одного абонента.

Передача данных между SLMD и NT осуществляется по симметричной двухпроводной АЛ с общей скоростью передачи данных 160 Кбит/с, которая складывается из скорости передачи информации пользователя 144 Кбит/с и скорости передачи информации для синхронизации, текущего контроля, диагностики – 16 Кбит/с.

Общие модули периферии

Коротко поясним назначение других модулей периферии:

TU – испытательный блок – используется для проведения испытаний и измерений АЛ и модулей АК;

MTA – гальванический доступ для испытаний – обеспечивает испытания и доступ к аналоговым АЛ для внешних систем;

SASC – аварийное управляющее устройство – используется в удаленных DLU для организации связи между аналоговыми абонентами, абонентами ISDN, Centrex. SASC также используется в каждом DLU блока дистанционного управления RCU;

EMSP – оборудование для работы в аварийном режиме для DLU с тональным набором номера. При нормальных условиях работы блок LTG принимает информацию о тональном наборе номера от вызывающего абонента и производит его оценку. Для работы в аварийном режиме в блоке DLU должны быть предусмотрены приемники тонального набора, которые и содержатся в EMSP, поэтому вместо SLMA могут быть установлены модули EMSP, обычно устанавливают два модуля;

ALEX – комплект внешней аварийной сигнализации.

2.2. Программное обеспечение DLU

Система прикладных программ APS станции EWSD включает в себя ПО, необходимые для DLU. В него входят данные DLU и программы: доступа к данным, техобслуживания и эксплуатации, обеспечения надежности, обработки вызовов.

При начальном запуске системы координационный процессор CP осуществляет собственную инициализацию и загружает полностью систему APS, затем CP загружает в групповые процессоры GP линейных групп LTG соответствующие данные и программы. LTG, управляющие DLU, также получают дополнительные программы и данные для них. После загрузки LTG процессор CP посылает команды конфигурации, которые активизируют линейные группы, и последние могут приступить к снабжению своей периферии данными.

Через общий канал сигнализации устройство DLUC постоянно посылает в группы LTG запросы на загрузку, а процессоры SLMCP модулей АК – запросы на загрузку в DLUC.

LTG подтверждают запросы DLUC и загружают их данными. После загрузки DLUC управляющее устройство линейной группы GP посылает в CP сообщения соответствия. CP посылает в DLUC команды конфигурации. Таким образом, DLUC, а следовательно, и DLU полностью активизируются. Теперь могут подтверждаться запросы на загрузку процессоров абонентских модулей SLMCP в блоках DLU. Устройство DLUC посылает все необходимые данные в SLMCP. Как только процессоры SLMCP получают все необходимые данные, включая конфигурацию, может начинаться обработка вызова.

3. ЛИНЕЙНЫЕ ГРУППЫ LTG

3.1. Общие сведения

Линейные группы образуют интерфейс между окружением станции и коммутационным полем. Каждая группа LTG соединяется с обеими плоскостями дублированного КП по мультиплексным линиям 8 Мбит/с, которые содержат 128 каналов по 64 Кбит/с. С сетевой стороны к блокам LTG по мультиплексным линиям 2048 Кбит/с подключаются блоки DLU, цифровые СЛ, оборудование первичного доступа ISDN, оборудование сети доступа с интерфейсом V 5.2, интеллектуальные периферийные устройства IP для ряда интеллектуальных услуг.

Для оптимальной реализации различных типов сигнализации было разработано несколько типов линейных групп (рис. 3.1).

Линейная группа В (LTGB) предназначена для включения:

цифровых СЛ через первичные цифровые потоки PDC;

блоков DLU через два или четыре PDC в две группы LTGB;

учрежденческих телефонных станций сетей PSTN и ISDN через первичный доступ PA;

цифровых коммутаторов DSB.

Линейная группа С (LTGC) предназначена для включения:

цифровых СЛ с различными системами сигнализации через PDC;

учрежденческих телефонных станций PBX.

Линейная группа D (LTGD) предназначена для включения международных каналов с различными системами сигнализации. При необходимости к ним могут подключаться эхо-компенсаторы (DES).

Линейная группа F (LTGF). Существует два типа LTGF: LTGF(B) и LTGF(C). LTGF(B) выполняет те же функции, что и LTGB, за исключением функций цифрового коммутатора DSB. К двум LTGF(B) могут быть подключены локальные блоки DLU через цифровые линии 4 Мбит/с.

Линейная группа LTGF(C) выполняет те же функции, что и LTGC.

Линейная группа G (LTGG) может использоваться для включения:

мультиплексных линий PCM30 (PDC, соединительные линии);

первичного доступа ISDN (PA);

локального или удаленного DLU (B-функция);

мультиплексных линий PCM30 с функцией кодовых приемников (C-функция), цифровых коммутаторов (DSS-функция).

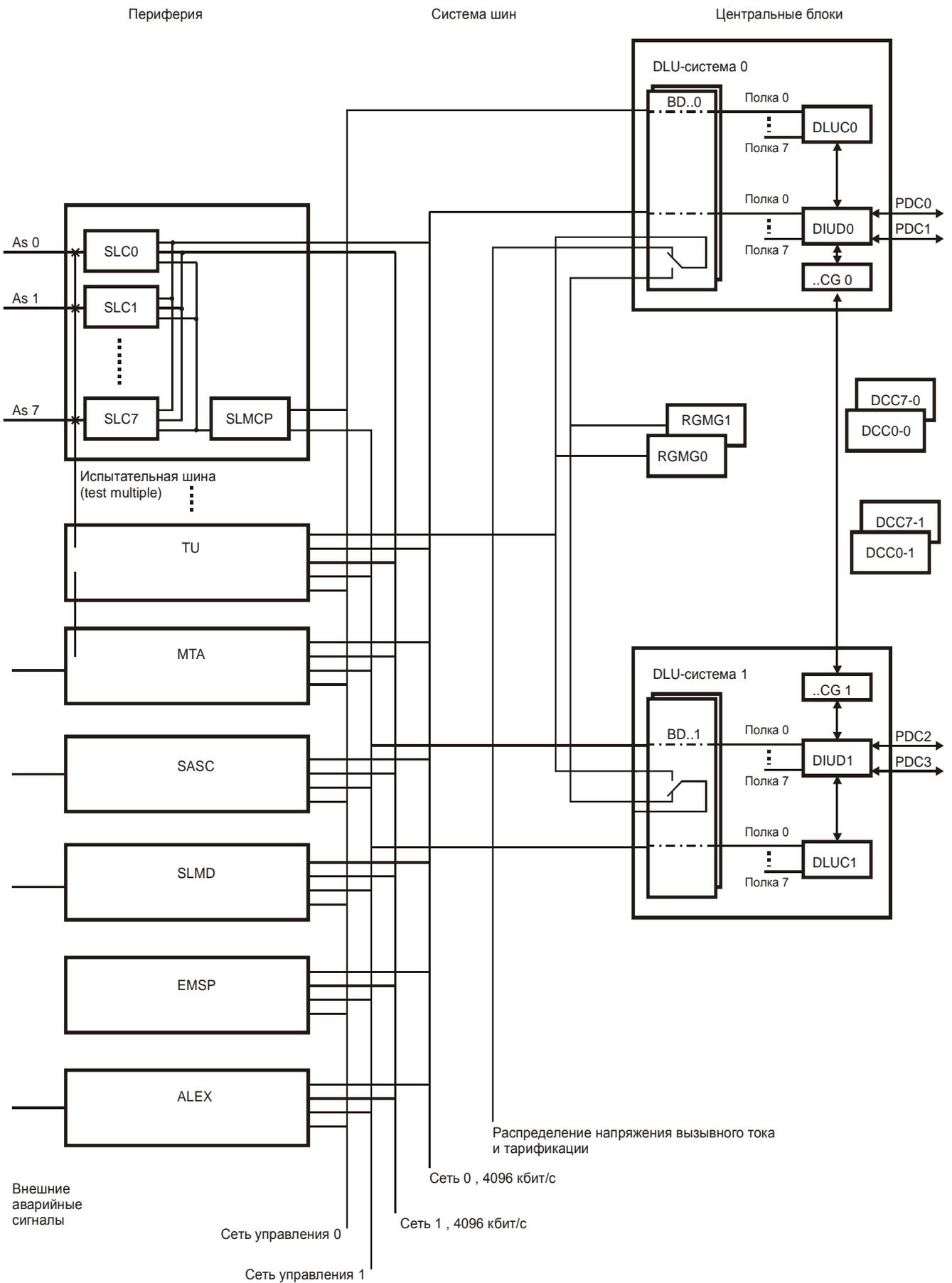


Рис. 3.1. Линейные группы в EWSD

Группа LTGH осуществляет сбор упакованных данных D-каналов, поступающих от ISDN-абонентов, включенных через основной доступ (BA), и передает эти данные в устройство обработки пакетов и обратно. В группу LTGH не включаются внешние соединения, как, например, PDC или PA.

Все линейные группы выполняют функции обработки вызовов, обеспечения надежности, а также функции эксплуатации и техобслуживания.

К функциям обработки вызовов относятся: прием и анализ линейных и регистровых сигналов; передача сообщений и прием команд об обработке вызова в координационный процессор CP; обмен отчетами с другими линейными группами; передача линейных и регистровых сигналов; подача тональных сигналов; подключение информационных каналов пользователя из коммутационного поля и к нему; согласование состояния линии со стандартным интерфейсом 8 Мбит/с; обработка уровня 3 протокола D-канала.

Функции обеспечения надежности: обнаружение ошибок в линейных группах, а также в каналах передачи внутри линейной группы и в коммутационном поле посредством внутрисканционной проверки (COC) и счета частоты появления ошибок по битам (BERC); текущий контроль первичного цифрового потока PDC; передача сообщений об ошибках в CP; анализ ошибок и инициализация соответствующих мер, как, например, отключение каналов или линий.

Функции эксплуатации и техобслуживания: учет данных о трафике; выполнение измерений, определение качества обслуживания; управление полупостоянными данными; коммутация контрольных вызовов.

Линейная группа LTGB

В одну группу LTGB можно включить 120 информационных каналов пользователя (4 потока PDC). На рис. 3.2 представлена схема включения DLU и PA в LTGB. Если DLU включается через один или два PDC, то внутрисканционная сигнализация передается через PDC0 или PDC0 и PDC2 в канале 16 в соответствии с протоколом DLU, который основан на CCS7. Если DLU включается через четыре PDC, то внутрисканционная сигнализация передается по каналу 16 PDC0 и PDC2, а в потоках PDC1 и PDC3 канал 16 не используется для передачи сигнализации. Если PBX сети ISDN включается через первичный доступ PA, то сигнализация в канале 16 осуществляется в соответствии с протоколом D-канала.

Линейная группа C

В LTGC можно включить до четырех цифровых потоков PDC, каждая из которых имеет по 30 информационных каналов пользователя. В LTGC могут быть включены цифровые СЛ с сигнализацией по выделенному каналу CAS и с сигнализацией по общему каналу CCS № 7. Для установления соединения между станциями должен состояться обмен линейных и управляющих сигналов. В цифровых СЛ с CAS для передачи сигналов управления применяется сигнализация многочастотным кодом MFC (№ 5, R2). Сигналы MFC передаются по информационному каналу пользователя.

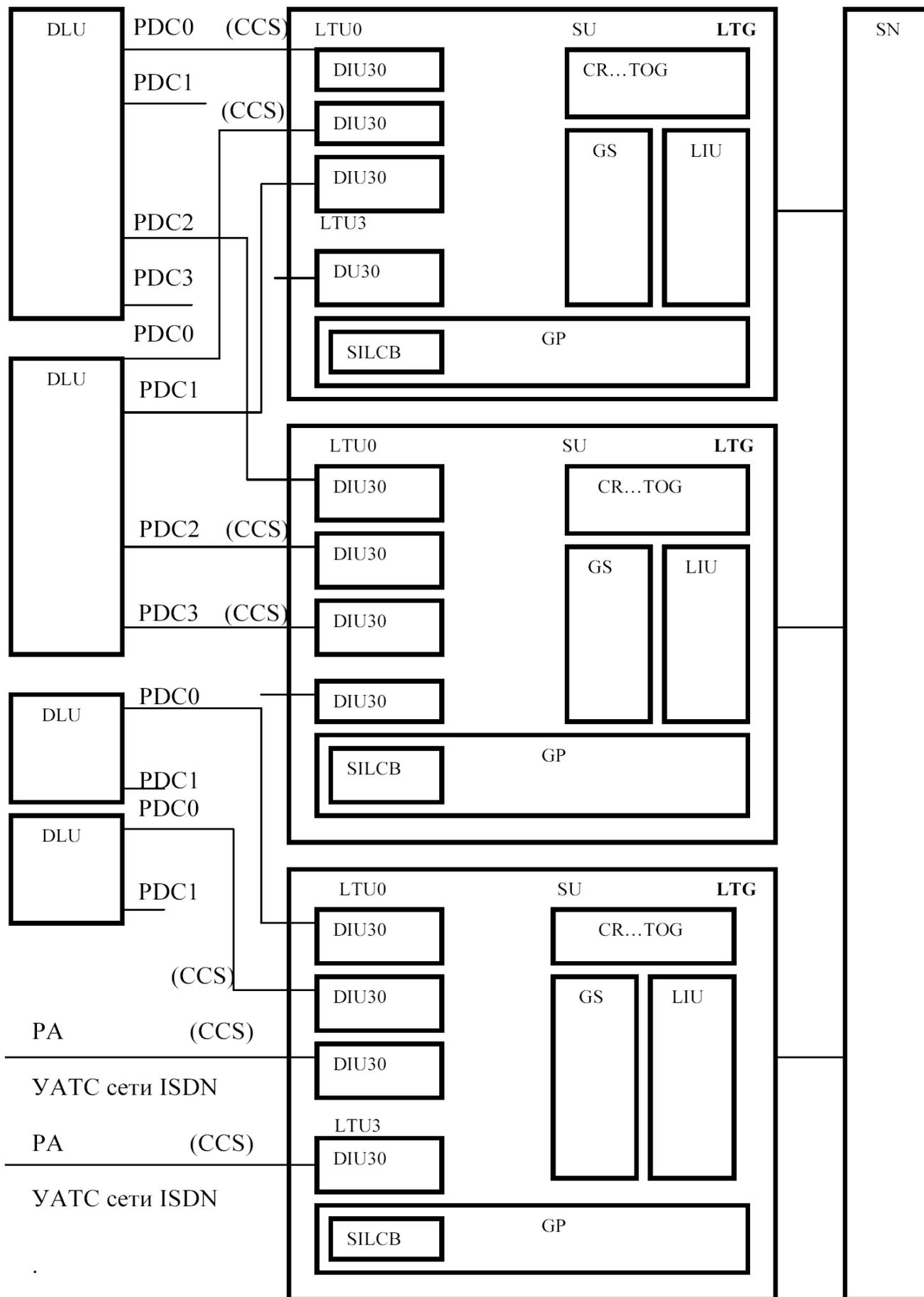


Рис. 3.2. Включение DLU и PA в LTGB через DIU30

На время приема и передачи сигналов управления к информационному каналу подключается многочастотный приемопередатчик CRM. Линейные сигналы передаются по 16-му каналу каждого PDC и поступают на анализ в групповой процессор GP.

Если цифровые СЛ с CCS № 7, то в этом случае все сигналы передаются в отдельном сигнальном канале для нескольких потоков PDC.

3.2. Функциональные блоки LTG

Линейные группы LTG берут на себя целый ряд децентрализованных функций управления, тем самым освобождая координационный процессор CP от выполнения рутинных задач. Несмотря на то, что существуют различные типы оборудования LTG, все они имеют одинаковую базовую структуру.

Рассмотрим основные блоки линейной группы LTGC, которые представлены на рис. 3.3.

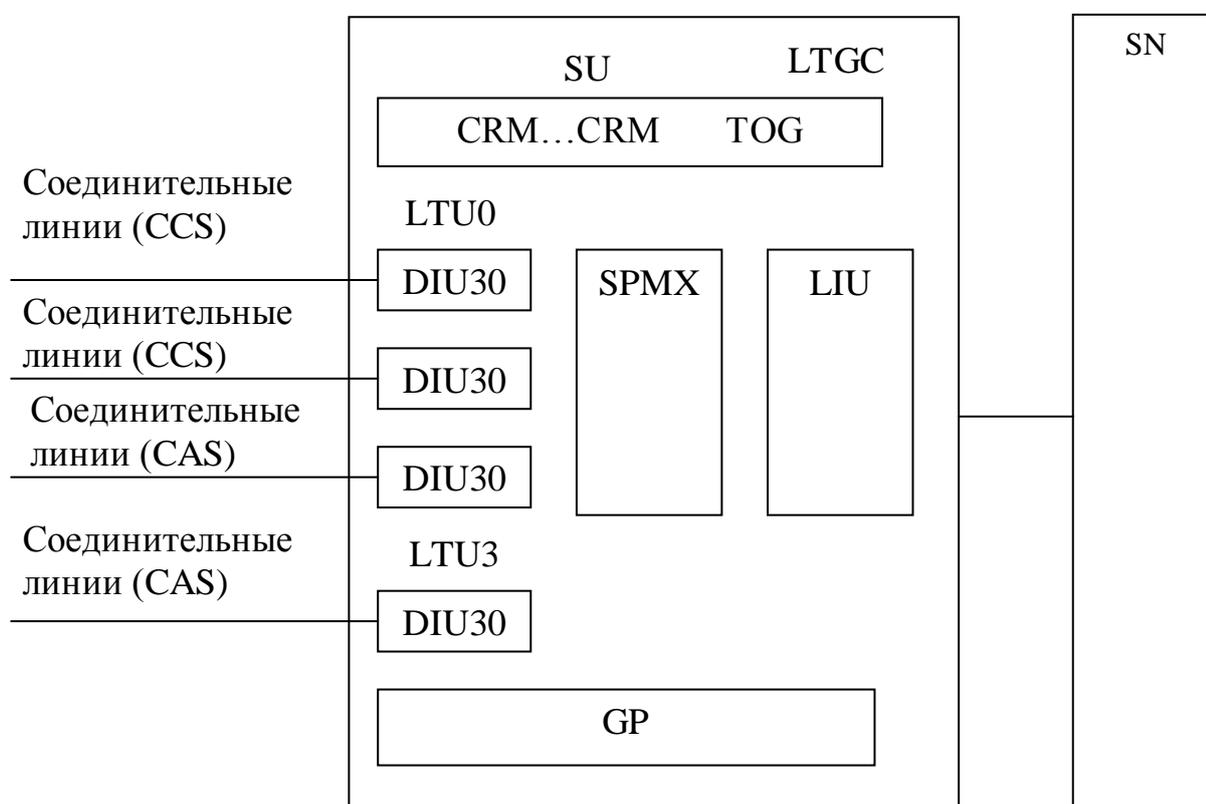


Рис. 3.3. Включение цифровых соединительных линий в LTGC через DIU30

Блок подключения линий LTU. Осуществляет согласование подключаемых цифровых потоков с внутренним интерфейсом линейной группы. Он является логическим блоком, который включает в себя следующие устройства:

– цифровой интерфейс DIU 2048 Кбит/с (DIU30) – используется для включения мультиплексных линий PCM30 в LTU, для согласования входящего цикла с внутренним циклом PCM и осуществляет текущий контроль передачи информации в HDB3-коде;

– блок конференц-связи COUB – необходим для соединений, в которых задействованы более трех и максимально восемь речевых каналов. Например, конференц-связь более трех абонентов; «телевстреча» (telemeeting) для организации связи с любым количеством абонентов с абонентскими номерами сети общего пользования PSTN; «индивидуальная связь» (meet-me-connection) для установления соединения с определенными абонентами с индивидуальными номерами; индивидуальная система цифрового автоинформатора INDAS, который генерирует стандартные извещения, необходимые в EWSD. Наряду со стандартными извещениями система INDAS генерирует индивидуальные извещения.

Сигнальный комплект SU. Как и LTU, SU является логическим блоком, содержащим генератор тональной частоты TOG для формирования акустических сигналов, различные типы кодовых приемников CR и модуль приемника для контроля непрерывности RM:CTC.

Генератор тональной частоты TOG централизованно генерирует тональные сигналы, необходимые для всех LTU, а также частоты для проверки приемников тонального набора многочастотным кодом.

В зависимости от типа LTG комплект SU содержит приемники для тонального набора многочастотным кодом CRP или приемники многочастотного кода CRM для соединительных линий с сигнализацией по выделенному каналу CAS. Кодовые приемники подключаются к соединительным линиям только на время передачи цифр. При использовании соединительных линий с сигнализацией по общему каналу CCS № 7 необходим модуль приемника для контроля непрерывности (RM:CTC).

После установления межстанционного соединения производится подключение входящей линии модуля RM:CTC, который осуществляет распознавание и анализ сигнала, переданного из тонального генератора исходящей станции, и его возвращение по шлейфу в пункт назначения. При этом определяется, было ли соединение установлено успешно и является ли затухание на линии слишком большим. При слишком большом затухании установленное соединение разъединяется.

Групповой переключатель GS. К групповому переключателю ведут 16 речевых уплотненных линий, каждая по 32 канала (16x32 канала = 512 каналов). GS обеспечивает неблокируемое соединение любых двух каналов из 512 каналов. 16 речевых уплотненных линий распределяются следующим образом: восемь – к LTU в качестве разговорного тракта, одна – к SU для включения тональных сигналов и одна – к сигнальному мультиплексору SMX для испытания группового переключателя и коммутационного поля. Кроме того, четыре линии объ-

единяются в уплотненную линию 8192 Кбит/с для соединения модуля интерфейса LIU между LTG и SN. 127 каналов используются для передачи речи. Групповой переключатель также обеспечивает включение нескольких разговорных трактов в конференц-связь трех абонентов.

Речевой мультиплексор SPMX. В линейных группах, в которые включаются только цифровые СЛ (например, LTGC), вместо GS используется SPMX.

SPMX имеет только 14 речевых уплотненных линий, что обеспечивает неблокируемую коммутацию 448 каналов. Он не концентрирует трафик между LIU и SN и не содержит логики конференц-связи.

Блок интерфейса между LTG и SN – LIU. Блок интерфейса преобразует уплотненную линию 8192 Кбит/с, поступающую из GS/SPMX, в две параллельные уплотненные линии 8192 Кбит/с, ведущие в дублированное коммутационное поле. Обе стороны коммутационного поля находятся в одинаковом состоянии. При выходе из строя активной стороны коммутационного поля LIU продолжает передачу информации по второй уплотненной линии 8192 Кбит/с через другую сторону коммутационного поля. LIU синхронизирует информацию, принятую из SN, по внутренней системе тактирования LTG. В LIU сигнал, выведенный из системного тракта SN, используется для синхронизации группового генератора тактовой частоты CCG.

После каждого установления соединения LIU проверяет правильность соединения в SN на основе внутрисканционной проверки СОС. LIU на вызывающей стороне передает последовательность проверочных битов, которая возвращается по шлейфу в LIU на вызываемой стороне. Если переданная и возвращенная битовые комбинации идентичны, то установленное соединение проключается к абоненту.

Групповой процессор GP. Он помещается между LTU и CP в качестве независимого периферийного блока управления. Основная задача GP заключается в согласовании информации, поступающей из окружения станции, с внутренним информационным форматом системы. GP осуществляет управление всеми функциональными блоками в линейных группах.

4. КОММУТАЦИОННОЕ ПОЛЕ SN

4.1. Общие сведения

Коммутационное поле является «сердцем» станции. В нем происходит коммутация между абонентскими и соединительными линиями в соответствии с требованиями абонентов по обработке вызовов. КП EWSD состоит из временных и пространственных ступеней. На временной ступени T 8-битовые кодовые слова меняют временные интервалы мультиплексируемой линии, а на пространственной ступени S кодовые слова меняют мультиплексируемые линии без изменения временного интервала. Параметры T- и S-ступеней (4/4, 16/16, 8/15, 15/8 – рис. 4.1) представляют собой определенное количество мультиплексируемых линий со скоростью передачи 8 Мбит/с, каждая из которых имеет по 128 каналов. Соединительные пути через T- и S-ступени проключаются с помощью

управляющих устройств коммутационных групп SGC в соответствии с командами, поступающими от СР.

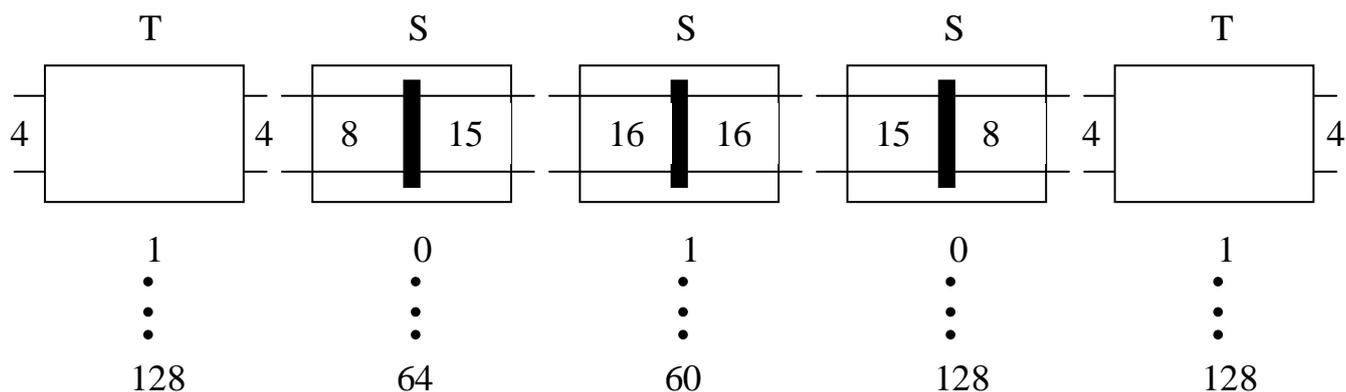


Рис. 4.1. Параметры Т- и S-ступеней КП EWSD

Существуют три варианта коммутационного поля: SN, SNB, SND.

Коммутационное поле SNB представляет собой компактный вариант SN. Функции, выполняемые функциональными блоками поля SNB, полностью соответствуют функциям коммутационного поля SN. Однако в SNB на каждый модуль приходится большее число функциональных блоков.

Новое разработанное коммутационное поле SND позволило повысить в 4 раза значения параметров, т.е. в настоящее время система обеспечивает обслуживание трафика – 100 000 Эрл и возможность подключения 240 000 портов и 2016 портов LTG. SND имеет одноступенчатую структуру и обеспечивает проключение соединений без блокировок, что дает неограниченную возможность реализации функций $n \times 64$ Кбит/с. Для установления соединений в SND используются волоконно-оптические линии. Новое КП поддерживает интерфейс с существующими LTG.

4.2. Структура SN

Как упоминалось ранее, коммутационное поле EWSD дублируется и состоит из двух сторон (SN0 и SN1). В больших станциях каждая из двух сторон коммутационного поля со ступенями емкости SN:504LTG, SN:252LTG и SN:126LTG подразделяется на группы ступени временной коммутации (TSG) и на группы ступени пространственной коммутации (SSG).

Благодаря модульному принципу построения коммутационное поле EWSD может комплектоваться частично в зависимости от необходимости и постепенно расширяться.

Ступени емкости коммутационного поля (SN:504LTG, SN:252LTG и SN:126LTG) имеют следующую структуру: одна ступень временной коммутации – входящая (TSI), три ступени пространственной коммутации (SSM), одна ступень временной коммутации – исходящая (TSO).

Ступени емкости коммутационного поля SN:63LTG в станциях средней емкости имеют следующую структуру: одна ступень временной коммутации –

входящая (TSI), одна степень пространственной коммутации (SS), одна степень временной коммутации – исходящая (TSO) (рис. 4.2).

Эти ступени временной и пространственной коммутации (функциональные блоки) размещаются в модулях. Соединительный путь коммутационного поля с 504, 252 или с 126 LTG состоит из следующих типов модулей: модуль интерфейса между TSM и LTG (LIL), модуль ступени временной коммутации (TSM), модуль интерфейса между TSG и SSG (LIS), модули ступени пространственной коммутации 8/15 (SSM8/15) и 16/16 (SSM16/16).

При установлении соединения посредством SN:63 LTG модули типа LIS и SSM8/15 не используются.

Приемные части LIL и LIS компенсируют разницу времени распространения сигнала через подключенные уплотненные линии, т.е. они осуществляют фазовую синхронизацию входящей информации в уплотненных линиях. Причина возникновения разницы во времени распространения сигнала заключается в том, что стационарные стativeы устанавливаются на расстоянии друг от друга.

Количество TSM в коммутационном поле всегда равняется количеству LIL. Каждый модуль TSM состоит из одной входящей ступени временной коммутации TSI и одной исходящей ступени временной коммутации TSO, которые обрабатывают входящую или исходящую информацию в КП. Посредством ступеней временной коммутации 8-битовые кодовые слова (октеты) могут изменять временной интервал и уплотненную линию между входом и выходом. Октеты на четырех входящих уплотненных линиях циклически записываются в память речевых сигналов ступени TSI или TSO ($4 \times 128 = 512$ различных временных интервалов). Для последовательной записи октетов поочередно используются области памяти речевых сигналов 0 и 1 с периодичностью 125 мкс. Считывание октетов производится произвольно в соответствии с устанавливаемыми соединениями. Записанные октеты считываются в любой из 512 временных интервалов и затем передаются по четырем исходящим уплотненным линиям.

Модуль SSM8/15 состоит из двух ступеней пространственной коммутации: одна ступень 8/15 используется для направления передачи LIS \rightarrow SSM8/15 \rightarrow \rightarrow SSM16/16, а вторая ступень 15/8 – для направления передачи SSM16/16 \rightarrow \rightarrow SSM8/15 \rightarrow LIS. Посредством ступени пространственной коммутации октеты могут менять уплотненные линии между входом и выходом, но при этом они сохраняются в одном и том же временном интервале. Ступени пространственной коммутации 16/16, 8/15 и 15/8 коммутируют принятые октеты синхронно с временными интервалами и периодами 125 мкс. При этом октеты, поступающие по входящим уплотненным линиям, распределяются «в пространстве» к исходящим уплотненным линиям. В КП со структурой T-S-T модуль SSM16/16 коммутирует октеты, принятые со ступеней TSI, непосредственно со ступенями TSO.

В КП SN:63LTG, представленном на рис. 4.2, каждая ступени TSG, SSG обеих плоскостей имеют собственное управляющее устройство, которое состоит

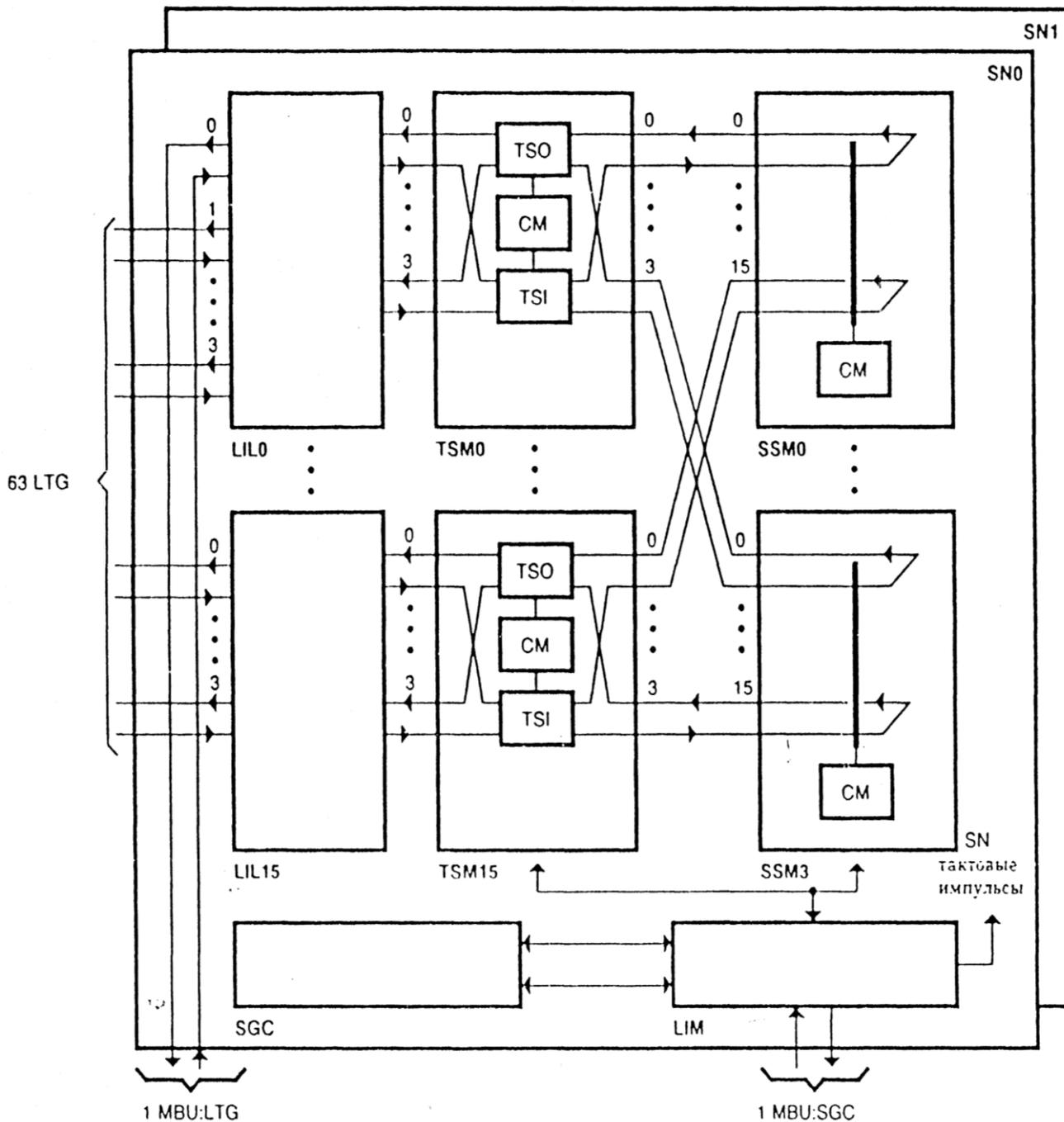


Рис. 4.2. Ступени емкости коммутационного поля SN:63LTG

из двух модулей: управляющего устройства коммутационной группы SGC, модуля интерфейса между SGC и блоком буфера сообщений (LIM).

SGC имеет микропроцессор с соответствующей памятью и периферийными компонентами. Основные задачи SGC заключаются в обработке команд CP (например, установление и разъединение соединений), в генерации сообщений и выполнении рутинных испытаний.

Программно-аппаратные средства для коммутационного поля хранятся постоянно в памяти программ каждого SGC. В связи с этим их не надо загружать или инициализировать с помощью координационного процессора CP. В состав программно-аппаратных средств входят: организующие управляющие программы, программы обработки вызовов, программы техобслуживания, программы ввода в эксплуатацию и обеспечения надежности.

4.3. Функции КП

Основными функциями коммутационного поля являются: коммутация пути, коммутация пути передачи сообщений, переключение на резерв.

Коммутация пути

Коммутационное поле осуществляет коммутацию отдельных каналов и трансляционных соединений со скоростью передачи 64 Кбит/с, а также многоканальных соединений со скоростью $n \times 64$ Кбит/с. Для каждого соединения, устанавливаемого по отдельному каналу, необходимы два пути проключения (например, от вызывающего абонента к вызываемому и от вызываемого абонента к вызывающему). Для установления многоканальных соединений необходимо $n \times 2$ соединительных путей. В случае трансляционных соединений информация передается из одного сигнального источника к нескольким сигнальным приемникам (встречное направление отсутствует).

Координационный процессор CP осуществляет поиск свободных путей на основе хранимой в данный момент в памяти КП информации о состоянии занятости соединительных путей. Процедура выбора пути всегда одна и та же и не зависит от емкости ступени коммутационного поля. При поиске пути выбор обоих соединительных путей осуществляется с таким расчетом, чтобы они коммутировались через одну и ту же часть ступени пространственной коммутации. После выбора пути CP дает команду на проключение одинаковых соединительных путей в обеих сторонах коммутационного поля SN. Коммутация соединительных путей осуществляется управляющими устройствами (УУ) коммутационной группы SGC. При ступени емкостью 63 LTG в коммутации соединительного пути задействовано одно SGC, однако при ступенях емкостью 504, 252 или 126 LTG используются два или три УУ. Это зависит от того, соединяются абоненты с одной и той же группой модуля временной коммутации TSM или нет. Все установочные команды, необходимые для проключения соединения, задаются каждому задействованному SGC процессором CP. SGC принимает установочную команду из CP через блок буфера сообщений MBU, вторичный цифровой поток

SDC и соответствующий модуль интерфейса LIM. Обмен командами и сообщениями между SGC и CP осуществляется через LIM.

Коммутация пути передачи сообщений

Кроме соединений, задаваемых абонентами путем ввода информации о наборе номера, коммутационное поле коммутирует соединения между линейными группами и координационным процессором CP. Эти соединения используются для обмена управляющей информацией. Будучи однажды установлены, они затем всегда имеются в распоряжении, поэтому такие соединения называются полупостоянными коммутируемыми соединениями. Посредством этих же соединений производится обмен сообщениями между линейными группами без затрат ресурсов блока обработки координационного процессора. Таким образом, для обмена сообщениями внутри станции не требуется отдельная сеть линий. Некоммутируемые (nailed-up) соединения и соединения для сигнализации по общему каналу устанавливаются также по принципу полупостоянных соединений.

Переключение на резерв

Все соединительные пути дублированы, т.е. они коммутируются через SN0 и SN1. Благодаря этому обеспечивается обходной путь для каждого соединения в случае возникновения неисправностей.

Если неисправность возникает в коммутационном поле, CP инициализирует необходимые мероприятия по переключению на резерв и выдает соответствующие сообщения. Переключение на резерв не прерывает установленные соединения. Благодаря принципу дублирования все эксплуатационные мероприятия (например, ввод новых или замена неисправных модулей) проводятся без каких-либо затруднений, не прерывая процедуру обработки новых вызовов.

5. КООРДИНАЦИОННЫЙ ПРОЦЕССОР CP

5.1. Общие сведения

Система EWSD состоит из целого ряда подсистем, которые в значительной степени являются автономными. Каждая из этих подсистем имеет свои собственные микропроцессорные управляющие устройства, например, управляющее устройство цифрового абонентского блока DLUC и групповые процессоры GP в линейной периферии. Координация распределенных микропроцессорных управляющих устройств и передачи данных между ними осуществляется координационным процессором CP. На рис. 5.1 представлена позиция CP в коммутационной станции EWSD.

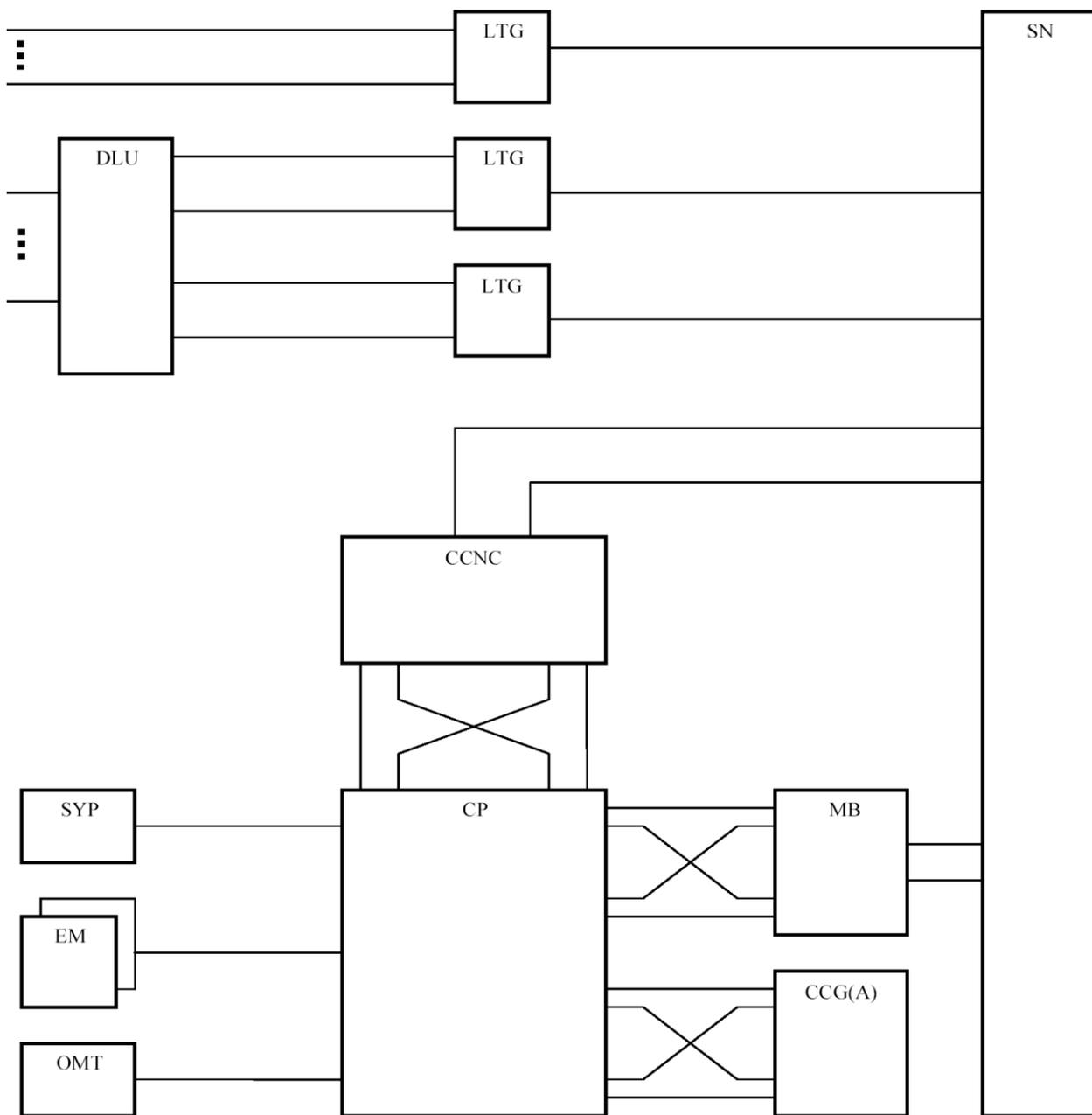


Рис. 5.1. Позиция CP113 в EWSD

CP выполняет следующие координационные функции:

1. Обработка вызовов: перевод цифр, управление маршрутизацией, зонирование, выбор пути в КП, учет стоимости телефонного разговора, административное управление данными о трафике, управление сетью.
2. Эксплуатация и техобслуживание: осуществление ввода во внешние запоминающие устройства (EM) и вывода их них, связь с терминалом эксплуатации и техобслуживания (OMT), связь с процессором передачи данных (DCP).
3. Обеспечение надежности: самонаблюдение, обнаружение и анализ ошибок.

Для коммутационных станций всех емкостей предусмотрен определенный тип СР113, который представляет собой мультипроцессор с возможностью постепенного расширения и отвечает всем требованиям по обеспечению надежности и производительности. К СР также относится системная панель SYP, с помощью которой осуществляется акустическая и визуальная индикация аварийных сигналов и сообщений-рекомендаций, поступающих от внутрисистемных и внешнесистемных блоков надзора.

5.2. Структура СР113

СР113 представляет собой модульную мультипроцессорную систему с разрядностью обработки 32 бит и емкостью адресации 4 Гбайт. На рис. 5.2 представлена структура СР, в состав которого входят следующие функциональные блоки:

- основные процессоры ВАР;
- процессоры обработки вызовов САР – не относятся к ступени основной производительности;
- управляющие устройства ввода-вывода ИОС;
- шина к общей памяти ВСМУ;
- общая память СМУ;
- процессоры ввода-вывода ИОР для обработки вызовов и периферийных устройств эксплуатации и техобслуживания.

Модульный принцип построения СР113 обеспечивает согласование процессора с коммутационными станциями различной емкостью. В базовую конфигурацию СР113 входят два основных процессора ВАР и два устройства управления вводом/выводом ИОС. При наращивании базовой конфигурации к ней добавляются процессоры обработки вызовов САР, управляющие устройства ИОС и процессоры ввода/вывода ИОР. В максимальной конфигурации СР113 укомплектован двумя ВАР, шестью САР и четырьмя ИОС, а к каждому ИОС может быть подключено до 12 ИОР.

В работе процессоров ВАР используются принципы совместного доступа к задачам и разделения нагрузки. Один ВАР функционирует в качестве ведущего – ВАРМ, выполняя задачи эксплуатации и технического обслуживания и свою часть задач по обработке вызовов, а другой процессор – ВАРС работает в качестве резервного, выполняя только задачи по обработке вызовов. При выходе ВАРМ из строя выполнение его функций осуществляется процессором ВАРС.

Процессоры обработки вызовов САР работают по принципу разделения нагрузки и выполняют только функции обработки вызовов. Вместе с ВАРС они образуют резерв, поэтому даже при выходе из строя одного из процессоров (или ВАР или САР) СР113 может обеспечить полную номинальную нагрузку (n+1 резервирование).

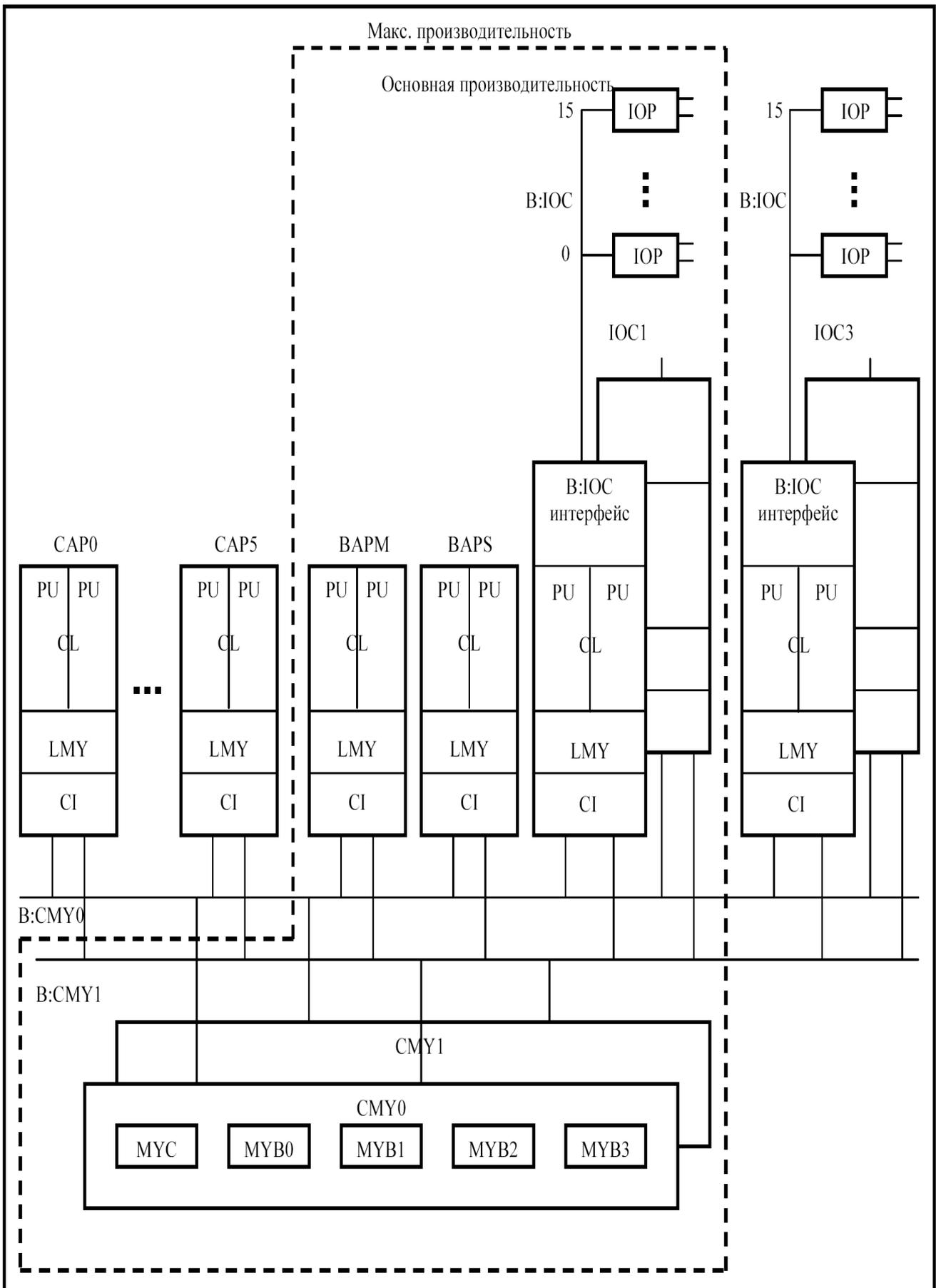


Рис. 5.2. Структура CP113

CP113 имеет 2-уровневую концепцию организации памяти. Благодаря этому обеспечивается высокая пропускная способность. Каждому процессору наряду с общей памятью СМУ предоставляется отдельная локальная память LMY. В результате распределения данных и программ между памятьми отдельных процессоров и общими памятьми для всех процессоров обеспечивается малое время доступа. В LMY процессора содержатся лишь динамически релевантные программы и данные, необходимые только для этого процессора. В СМУ содержатся все общие данные, а также не очень часто используемые программы и данные. Через общую память также осуществляется обмен данными между процессорами. В СМУ и в LMY осуществляется контроль сохраняемых данных на основе контрольного кода.

Управляющие устройства ввода-вывода ИОС осуществляют координацию и контроль доступа процессоров ввода-вывода ИОР к СМУ. Соединение между каждым ИОС и соответствующими ИОР устанавливается по системе шин В:ИОС, отдельной для каждого ИОС. К шине В:ИОС можно подключить до 16 ИОР.

Основной процессор ВАР, процессор обработки вызовов САР и управляющее устройство ввода-вывода ИОС конструктивно выполнены с использованием одних и тех же аппаратных средств. В состав каждого процессора входят:

- блок обработки PU;
- локальная память LMY;
- логика связи CL;
- общий интерфейс CI.

Аппаратные средства процессора соединены между собой посредством местной шины. Эта шина состоит из 32 линий передачи данных и 32 линий адреса/управления, а ее емкость адресации составляет 4 Гбайт.

Блок обработки PU дублирован, благодаря чему обеспечиваются быстрое обнаружение ошибок и их анализ. Ядром PU является 32-разрядный процессор. Он обрабатывает системные программы и функционально ориентированные программы пользователя. В ИОС он также осуществляет управление потоком данных к процессорам ввода-вывода ИОР и от них. Кроме того, в CP113 блок PU отвечает за защиту памяти и адресов.

Локальная память LMY состоит из динамических кристаллов RAM. В ВАР, САР и ИОС максимальная емкость памяти составляет 32 Мбит (в зависимости от количества модулей и размера кристаллов памяти). LMY состоит из слов длиной 32 бит с семью контрольными битами на каждое слово. LMY хранит данные и контрольные биты в двух отдельных областях памяти.

Логика связи CL объединяет два PU одного процессора. Ее основная функция заключается в сравнении результатов обработки этих PU. Если логика связи устанавливает разногласие между данными двух PU, то она блокирует общий интерфейс процессора CI и возвращает его в исходное состояние.

Общий интерфейс CI предназначен для подключения процессора с помощью двух шин к общей памяти. Все доступы к общей памяти и вся межпроцессорная связь осуществляются через этот интерфейс.

6. УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО СЕТИ СИГНАЛИЗАЦИИ ПО ОБЩЕМУ КАНАЛУ

6.1. Общие сведения

Цифровая система EWSD осуществляет управление соединениями между станциями по звеньям сигнализации CCS № 7. Преимущества использования CCS № 7 для передачи информации пользователя и сигнальной информации: большой выбор и быстрый обмен сигналами, высокая надежность их передачи. Система CCS № 7 является в настоящее время единственной универсальной системой сигнализации, обеспечивающей эффективное функционирование современных и перспективных сетей телекоммуникаций.

Подсистема “Управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу” (CCNC) используется для управления звеньями сигнализации по общему каналу с CCS № 7. CCNC представляет собой мультимикропроцессорную систему, которая осуществляет управление как цифровым, так и аналоговыми звеньями сигнализации. Функция CCNC заключается в обработке и обеспечении обмена сообщениями между станциями. CCNC может использоваться в станциях, работающих в качестве конечного пункта сигнализации SP или в качестве транзитного пункта сигнализации STP. На рис. 5.1 представлена позиция подсистемы CCNC в EWSD.

CCNC подключается к координационному процессору CP и к КП SN. Связь между CCNC и CP или линейными группами LTG обслуживается специальным процессором ввода-вывода для буфера сообщений (IOP:MB) в CP.

Для CCS №7 используются цифровые звенья сигнализации 64 Кбит/с, исходящие и входящие в другие станции. Они подключаются к CCNC через LTG и полупостоянные соединения, установленные в обеих плоскостях коммутационного поля SN (SN0 и SN1). Устройство CCNC соединяется с SN0 и SN1 по двум мультиплексным линиям 8192 Кбит/с (вторичный цифровой поток SDC). К CCNC можно подключить до 254 цифровых звеньев сигнализации (64 Кбит/с). Аналоговые звенья сигнализации могут напрямую подключаться к CCNC.

Функции подсистемы пользователя UP реализуются в LTG, а функции подсистемы передачи сообщений MTP – в CCNC. Кроме функций подсистемы передачи сообщений CCNC также выполняет задачи техобслуживания и административные задачи.

6.2. Структура CCNC

В состав CCNC входят следующие функциональные блоки: мультиплексоры MUX, группы конечных устройств звена сигнализации SILTG, процессоры сети сигнализации по общему каналу CCNP, которые представлены на рис. 6.1.

Аналоговые звенья сигнализации

Цифровые звенья сигнализации через SN и LTG

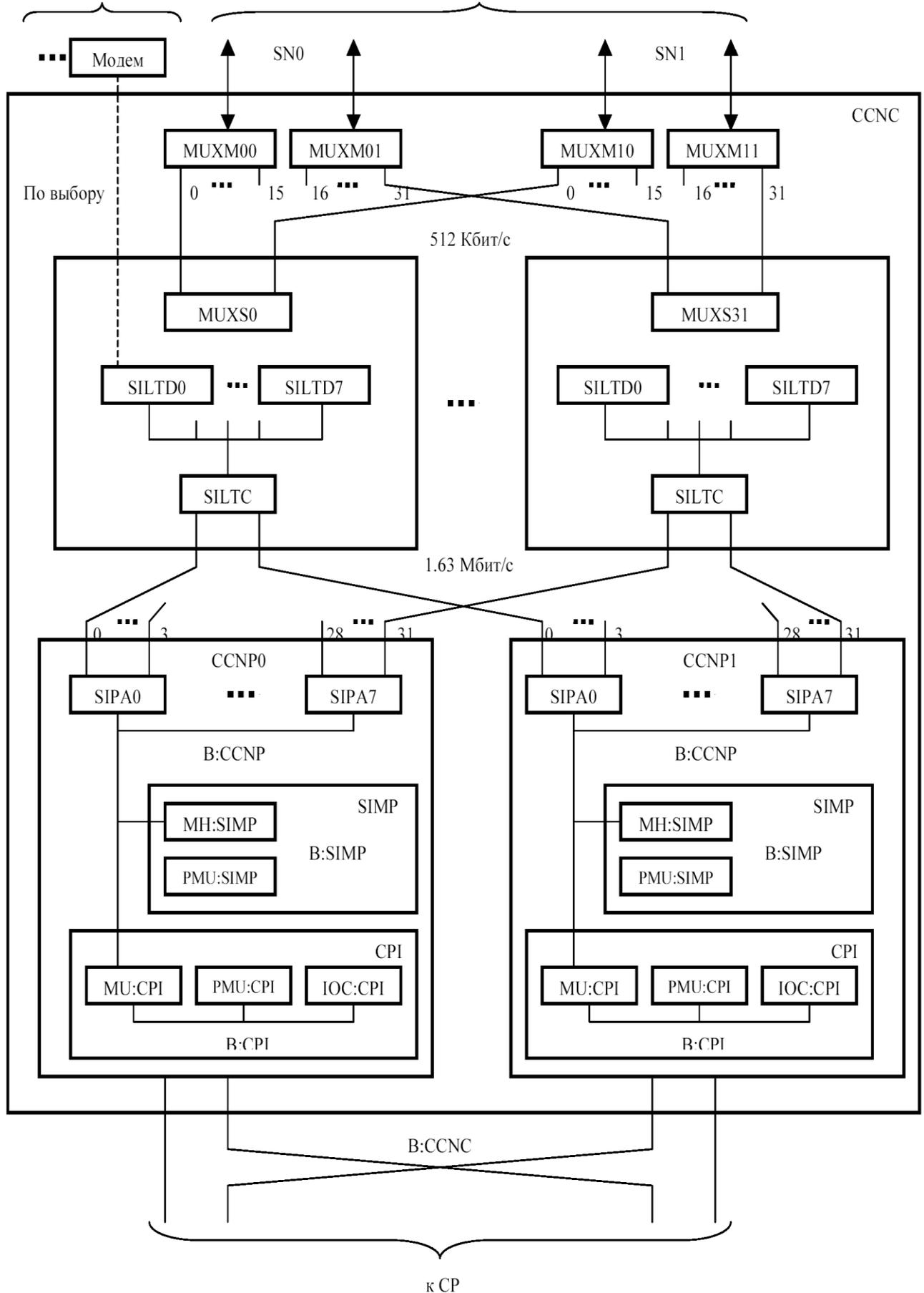


Рис. 6.1. Блок-схема CCNC

Основная функция мультиплексора заключается в обработке функции уровня 1 максимально 254 цифровых звеньев сигнализации. Звенья сигнализации CCS №7 организуются между двумя станциями по мультиплексным линиям, которые доводятся до мультиплексной системы (MUXM/MUXS) через линейные группы LTG при использовании полупостоянных соединений в коммутационном поле SN.

Мультиплексная система распределяет принятые сообщения, поступающие из КП (скорость передачи 8192 Кбит/с), в отдельные цифровые оконечные устройства звена сигнализации SILTD (направление приема). Сообщения, посылаемые из SILTD, концентрируются на двух уплотненных линиях, ведущих в коммутационное поле SN (направление передачи). Для каждой плоскости SN (SN 0 и SN 1) в мультиплексную систему входят максимум два главных мультиплексора (MUXM). К каждому MUXM может быть подключено всего 16 подчиненных мультиплексоров (MUXS).

MUXM является входным или выходным каскадом SN. 127 каналов, каждый со скоростью передачи 64 Кбит/с, распределяются между 16 портами MUXM. Эти порты подводятся к MUXS с 8 каналами (8 SILTD подключаются к каждому MUXS).

MUXS является транзитным каскадом к SILTD. Существуют два интерфейса с MUXM и 8 интерфейсов с SILTD. Информация из SN подключается в MUXS (50% со стороны 0 (SN0) и 50% со стороны 1 (SN1)). SILTD осуществляет управление соединением от MUXS к SN0 или SN1.

Цифровое оконечное устройство звена сигнализации SILTD постоянно закреплено за звеном сигнализации. SILTD представляет собой окончание звена сигнализации. Функции уровня 2 системы CCS №7 (функции защиты сообщений) реализуются в SILTD, которое осуществляет защиту передачи сигнальных сообщений, которые принимаются или передаются станцией, работающей в качестве SP или STP.

SILTD выполняет следующие функции: установка звена сигнализации; определение состояния звена сигнализации; установка скорости передачи 56 Кбит/с или 64 Кбит/с в MUXS для цифровой передачи; преобразование внутреннего формата сообщения CCNC в формат сообщений CCS №7 и обратное преобразование; последовательные передача и прием сообщений в MUXS и из него для цифровой передачи со скоростью 64 Кбит/с; последовательные передача и прием сообщений об испытаниях.

Приемная часть SILTD проверяет порядок принятых сообщений, подтверждения передачи сообщений, время ожидания подтверждения. Приемная часть передает только правильно принятые сообщения на уровень 3 и извещает уровень 3 об изменении состояния в звене сигнализации. Если принятое сообщение содержит ошибки, то приемная часть запускает или запрашивает повторную передачу и активизирует счетчик к повторной передаче.

Передающая часть SILTD подготавливает сообщения для передачи и присваивает прямой и обратный порядковые номера (FSN, BSN).

Устройство управления оконечного устройства сигнализации SILTC и 8 SILTD объединяются в группу SILTG. Эти устройства соединяются между собой с помощью шины SILT (B:SILT). SILTC образует связующее звено между SILTG и CCNP или адаптер сигнальной периферии SIPA. SILTC преобразует последовательный интерфейс с SIPA 1,63 Мбит/с в параллельный интерфейс шины. SILTC выполняет передачу сообщений на уровень 2 SILTD и с этого уровня, а также регулярно опрашивает памяти передачи (сдвоенные порты) устройств SILTD на предмет наличия сообщений ввода. SILTD проверяет, предназначаются существующие сообщения для самого SILTC или для передачи через SIPA. SILTC также оценивает сообщение на интерфейсе с SIPA. Сообщение для SILTD передается на сдвоенные порты.

Процессор сигнализации по общему каналу CCNP включает следующие функциональные узлы: адаптер сигнальной периферии SIPA, процессор управления сигнализацией SIMP, интерфейс координационного процессора CPI.

SIPA циклически опрашивает интерфейс передачи процессора SIMP по шине CCNP и оценивает сообщения, поступившие в SIMP. Адаптер SIPA инициализирует передачу сообщений SILTC, если сообщение не предназначается для самого SIPA. До восьми SIPA образуют связующее звено между CCNP и SILTG. Один SIPA отвечает за четыре группы SILT.

Процессор управления сигнализации SIMP реализует следующие функции уровня 3 CCS № 7: обработка сигнальных сообщений, административное управление, испытание и техобслуживание, управление сетью CCS №7. Обработка сигнальных сообщений сводится к маршрутизации и распознаванию сообщений CCS № 7. При маршрутизации сообщений определяется маршрут сигнального сообщения, которое должно быть передано, путем преобразования адреса назначения в номер, присвоенный устройству SILTD. Функция распознавания сообщений определяет, предназначается сигнальное сообщение для своего собственного SP или для другого SP.

Интерфейс координационного процессора CPI осуществляет преобразование сообщений из формата EWSD в формат CCNC и обратное преобразование. Он принимает сообщения из других подсистем EWSD, передает их для маршрутизации в SIMP и распределяет сообщение из процессора CCNC в части пользователя UP в LTG/CP (например, ISUP).

7. ПРОЦЕДУРА ОБРАБОТКИ ВЫЗОВА В СИСТЕМЕ EWSD

Основной функцией коммутационной системы является установление соединения в соответствии с пожеланиями абонентов. Объяснение основных его принципов позволит лучше представлять взаимодействие различных подсистем и функциональных блоков EWSD и понять задачи, решаемые соответствующими устройствами управления.

Самым наглядным примером для такого объяснения является внутреннее соединение, т. е. соединение между двумя абонентами одного и того же сетевого

узла. В приводимом ниже примере описывается установление соединения между двумя абонентами, использующими тональный набор номера. Подсистемы/функциональные блоки, относящиеся к вызываемому абоненту (абонент А), обозначаются символом А- (например, А-DLU, А-GP), а подсистемы/функциональные блоки, относящиеся к вызываемому абоненту (абонент В), обозначаются символом В- (например, В-DLU, В-GP). Соединение через узел всегда устанавливается по раздельным соединительным путям для двух направлений передачи (А→В, В→А).

Соединение между двумя аналоговыми абонентами

На рис. 7.1 демонстрируются описываемые этапы установления соединения (функциональные блоки, встречающиеся в описании более одного раза, сохраняют свой номер, но в этом случае он указывается в круглых скобках):

1. Абонент А инициирует установление соединения путем снятия трубки или нажатия кнопки набора номера. Аналоговый абонентский комплект А-SLCA в цифровом абонентском блоке А-DLU обнаруживает замыкание шлейфа.

2. Процессор модуля абонентских комплектов А-SLMCP определяет во время сканирования SLCA наличие запроса на соединение. SLMCP посылает сообщение «Замыкание шлейфа» в управляющее устройство цифрового абонентского блока А-DLUC.

3. А-DLUC передает это сообщение в групповой процессор А-GP через цифровые интерфейсные блоки в DLU (А-DIUD) и в А-LTG (А-DIU).

4. А-GP определяет категорию и услуги абонента А по хранящимся в памяти спискам, присваивает временной интервал и сообщает это в А-SLMCP.

(2). А-SLMCP загружает временной интервал в А-SLCA.

5. А-GP проключает групповой коммутатор (А-GS) из А-LTG в А-SLCA в блоке А-DLU и обратно в А-LTG для проверки тракта передачи. Для выполнения этой проверки генератор тональных сигналов ТОГ в А-GS посылает тестовый тональный сигнал по этому тракту. Кодовый приемник СР в А-GS принимает этот тестовый тональный сигнал.

(4). Если проверка завершена успешно, то А-GP посылает в А-SLMCP команду на проключение разговорного тракта в А-SLCA. А-GP выполняет также проключение А-GS для выполнения процедуры набора номера.

(5). ТОГ в А-GS посылает сигнал ответа станции в А-SLCA. СР готов к приему набираемых цифр.

(2). А-SLMCP проключает сигнал ответа станции (из ТОГ в А-GS) на терминал.

(1). Абонент А начинает посылать цифры методом тонального набора.

(5). СР в А-GS принимает цифры и передает информацию в цифровом виде в А-GS

(4). После приема первой цифры А-GP отключает сигнал ответа станции. А-GP добавляет исходную информацию к информации о наборе номера и посылает ее в СР.

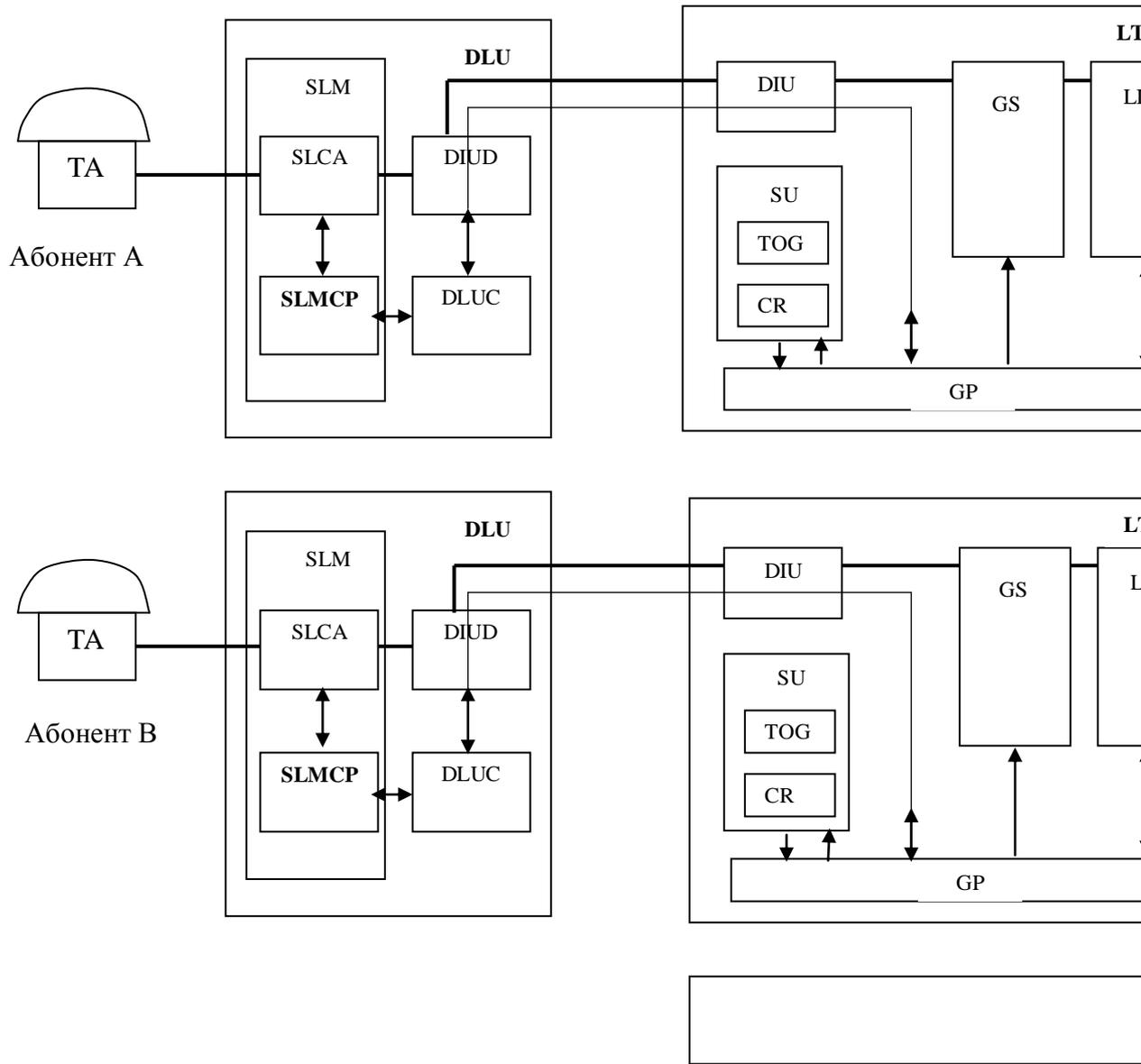


Рис. 7.1. Установление внутривысостанционного соединения

6. СР проверяет в своей памяти, свободен ли запрашиваемый абонент (абонент В), и определяет DLU, SLCA и порт В, присвоенные абоненту В. Он также определяет, какая из двух LTG, к которым подсоединен В-DLU, будет использоваться, и если проверка показывает, что свободен порт В, отмечает в памяти порт В как занятый.

7. СР устанавливает соединительный путь между А-LTG и В-LTG через коммутационное поле SN, а также инициирует внутрисканционную проверку СОС между А-LTG и В-LTG.

(4). Если СОС завершается успешно, то А-GP посылает в А-GS команду на проключение к SN и соответствующий отчет в В-GP.

8. В-GP присваивает временной интервал соединению между В-LTG и В-DLU и сообщает об этом в В-SLMCP.

9. В-SLMCP загружает временной интервал в В-SLCA. В-GP проключает В-GS из В-LTG в В-SLCA в блоке В-DLU и обратно в В-LTG для проверки тракта передачи. Для выполнения этой проверки ТОГ в В-GS посылает тестовый тональный сигнал.

10. СР в В-GS принимает этот тестовый тональный сигнал.

(8). В-GP посылает в В-DLUC команду на подачу вызывного сигнала, если тест завершен успешно. В-GP проключает В-GS для подачи сигнала «Контроль посылки вызова» абоненту А.

11. В-DLUC инициирует передачу вызывного тока к абоненту В.

(1). Абонент А принимает сигнал «Контроль посылки вызова» (КПВ) из ТОГ в блоке В-GS.

12. В-SLCA подает вызывной ток на линию абонента В, который принимает вызов путем снятия трубки или нажатия кнопки. В-SLCA обнаруживает замыкание шлейфа.

(9). При сканировании В-SLCA В-SLMCP обнаруживает, что абонент В намерен принять вызов. В-SLMCP посылает сообщение «Замыкание шлейфа» в В-DLUC.

(11). В-DLUC отключает вызывной ток и посылает сообщение в В-GP.

(8). В-GP отключает сигнал КПВ к абоненту А и коммутирует соединительный путь через В-GS. В-GP посылает сигнал ответа в А-GP.

Требуемое соединение между абонентами А и В установлено.

(4). А-GP регистрирует данные об оплате и записывает их в один из своих регистров и в конце вызова пересылает эти данные в СР.

ЛИТЕРАТУРА

1. EWSD. Цифровая электронная коммутационная система. Техническое описание. TED V.7.1W. Документация пользователя EWSD ISKRATEL, 1997.
2. EWSD – Базовая платформа для всех применений. Техническое описание системы Siemens AG, 1996.
3. EWSD – InterNoder. Подключение сети к Web. Siemens AG, 1998.
4. EWSD – PowerNoder. Мощная платформа для построения высокоэффективных систем. Siemens AG, 1998.
5. EWSD – для сетей нового поколения. Siemens AG, 2000.
6. Росляков А.В. Общеканальная система сигнализации №7. – М.: ОКО – Трендз, 1999.

Условные обозначения

АМА	– Automatic Message Accounting (система автоматического учета стоимости телефонных разговоров)
АPS	– Application Program System (система прикладных программ)
ВНСА	– Busy Hour Call Attempts (попытка установления вызовов в ЧНН)
САМА	– Centralized Automatic Message Accounting (система централизованного учета стоимости телефонных разговоров)
САС	– Channel Associated Signaling (передача сигналов управления и взаимодействия (СУВ) по индивидуальному каналу)
ССG	– Central Clock Generator (центральный генератор тактовой частоты)
ССNC	– Common Channel Signaling Network Control (управляющее устройство сети общеканальной сигнализации)
ССNP	– Common Channel Signaling Network Processor (процессор сети общеканальной сигнализации)
ССS	– Common Channel Signaling (общеканальная сигнализация ОКС)
ССS7	– Common Channel Signaling System №7 (система общеканальной сигнализации №7)
СHILL	– CCITT High Level Programming Language (язык программирования высокого уровня)
СОС	– Cross-Office Check (внутристанционный контроль)
СР	– Coordination Processor (координационный процессор)
DIU	– Digital Interface Unit (цифровой интерфейс)
DIUD	– Digital Interface Unit for Digital line unit (цифровой интерфейс для цифрового абонентского блока)
DLU	– Digital Line Unit (цифровой абонентский блок)
DLUC	– Control for Digital Line Unit (управляющее устройство для цифрового абонентского блока)
ЕМ	– External Memory (внешнее запоминающее устройство)

EWSD	– Digital Electronic Switching System (цифровая электронная коммутационная система)
GP	– Group Processor (групповой процессор)
GS	– Group Switch (групповой переключатель)
IARSTAT	– Interadministration Revenue Accounting and Statistics (межадминистративные расчеты и статистика)
ISDN	– Integrated Services Digital Network (цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦИСО))
LAMA	– Local Automatic Message Accounting (система местного автоматического учета стоимости телефонных разговоров)
LIU	– Link Interface Unit between LTG and SN (интерфейс между линейной группой и коммутационным полем)
LTG	– Line/Trunk Group (линейная группа)
MB	– Message Buffer (буфер сообщений)
MBC	– Message Buffer Control (управление буфером сообщений)
MDF	– Main Distribution Frame (кросс)
MML	– Man-Machine Language (язык общения человека с машиной)
MU	– Memory Unit (запоминающее устройство)
O&M	– Operation and Maintenance (эксплуатация и техническое обслуживание)
OMC	– Operation and Maintenance Center (центр эксплуатации и техобслуживания)
OMT	– Operation and Maintenance Terminal (терминал для эксплуатации и техобслуживания)
PBX	– Private Branch Exchange (учрежденческая телефонная станция (УАТС))
PDC	– Primary Digital Carrier (первичная цифровая система передачи (ЦСП))
SDL	– Specification and Description Language (язык описаний и спецификаций)
SLCA	– Subscriber Line Circuit Analog (абонентский комплект аналоговый)
SLCD	– Subscriber Line Circuit Digital (абонентский комплект цифровой)

SLM	– Subscriber Line Module (модуль абонентских линий)
SLMA	– Subscriber Line Module Analog (модуль абонентских линий аналоговый)
SLMCP	– Processor for Subscriber Line Module for Digital Line Unit (процессор для модуля абонентских линий цифрового абонентского блока)
SLMD	– Subscriber Line Module Digital (модуль абонентских линий цифровой)
SN	– Switching Network (коммутационное поле)
SU	– Signaling Unit (сигнальный комплект)
SYP	– System Panel (системная панель)
SYPC	– System Panel Control (управление системной панелью)
TOG	– Tone Generator (генератор тональных сигналов)
TU	– Test Unit (испытательный блок)

Учебное издание

Чаклова Мельпомени Ильинична

ЦИФРОВАЯ СТАНЦИЯ EWSD

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

по курсу «Системы коммутации»
для студентов специальностей «Сети телекоммуникаций»,
«Многоканальные системы телекоммуникаций»
дневной и заочной форм обучения

Редактор Н.А. Бебель
Корректор Е.Н. Батурчик

Подписано в печать 8.07.2003.
Печать ризографическая.
Уч-изд. л. 3,1.

Формат 60x84 1/16.
Гарнитура «Таймс».
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,91.
Заказ 116.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.
220013, Минск, П. Бровки, 6.