

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра сетей и систем связи

А.В. РОСЛЯКОВ

Сети связи и системы коммутации

Часть 1

Методические указания к практическим занятиям
по направлению подготовки бакалавров 11.03.02
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
профиль «Оптические и проводные сети и системы связи»



Самара
2019

УДК 621.395

ББК

Р75

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,
протокол № от 2019 г.

Рецензент

Заведующий кафедрой «Информационной безопасности»
ФГБОУ ВО ПГУТИ д.т.н., профессор Карташевский В.Г.

Росляков, А.В.

Р75 Сети связи и системы коммутации. Часть 1. Методические указания к практическим занятиям по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», профиль «Оптические и проводные сети и системы связи» [Текст] / А.В. Росляков. – Самара: ПГУТИ, 2019. – 70 с.

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Оптические и проводные сети и системы связи») и предназначены для студентов дневного и заочного отделений факультета Телекоммуникаций и радиотехники для практических занятий по первой части дисциплины «Сети связи и системы коммутации».

© ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2019

© А. В. Росляков, 2019

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Практическое занятие №1 «ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ КОММУТАЦИЯ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ».....	5
Практическое занятие №2 «КОММУТАЦИОННОЕ ПОЛЕ В-П-В»...17	
Практическое занятие №3 «РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УЗЛА КОММУТАЦИИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ EWSD».....	23
Практическое занятие № 4 «РАСЧЕТ ОБЪЕМА АБОНЕНТСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ EWSD».....	35
Практическое занятие № 5 «РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ГРУПП СИСТЕМЫ EWSD».....	44
Практическое занятие №6 «РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ КОММУТАЦИОННОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ EWSD».....	51
Практическое занятие №7 «РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫЗОВОВ В СИСТЕМЕ EWSD».....	61

ВВЕДЕНИЕ

Целью цикла практических занятий по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» (часть 1) по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Оптические и проводные сети и системы связи») является привитие умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных практических задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками проектирования;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения практических заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

По характеру выполняемых студентами заданий практические занятия относятся к аналитическим, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов расчета и проектирования сетей связи и систем коммутации.

В результате выполнения практических занятий обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1. Знать принципы построения и функционирования сетей связи и систем коммутации (ПК – 6).
2. Уметь собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования сетей связи и систем коммутации (ПК – 13), проводить расчеты по проектированию сетей связи и систем коммутации с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования (ПК – 2, ПК – 14).
3. Владеть способностью использовать нормативную и правовую документацию при решении практических задач проектирования сетей связи и коммутационного оборудования (ПК – 3).

Контроль знаний осуществляется с помощью контрольных вопросов, приведенных в методических указаниях, и проверки содержания отчета с выполненными индивидуальными заданиями по каждому практическому занятию.

Практическое занятие №1

«ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ КОММУТАЦИЯ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ»

1 Цель занятия

Изучение принципов построения и работы пространственных и временных коммутаторов цифровых каналов, используемых в цифровых системах коммутации.

2 Литература

Гольдштейн Б.С. Системы коммутации / Учебник для вузов, 2-е изд. – СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2004. – С. 100-103.

3 Контрольные вопросы

1. Какие временные каналы можно коммутировать в пространственном коммутаторе?
2. Основной недостаток имеет пространственная коммутация цифровых каналов?
3. Какие логические элементы могут использоваться для реализации пространственных коммутаторов цифровых сигналов?
4. Сколько мультиплексоров нужно для построения пространственного коммутатора на 14 входящих и 18 исходящих ИКМ-линий?
5. Сколько входов должны иметь мультиплексоры пространственного коммутатора на 8 входящих и 12 исходящих ИКМ-линий?
6. Сколько ячеек памяти имеют адресные запоминающие устройства (ЗУ) мультиплексоров пространственного коммутатора на 16 входящих и 8 исходящих ИКМ-линий?
7. Какова разрядность адресного ЗУ мультиплексоров пространственного коммутатора на 16 входящих и 32 исходящих ИКМ-линий?
8. Какой мультиплексор будет использоваться в пространственном коммутаторе при коммутации 14 входящей ИКМ-линии с 5 исходящей линией?
9. Какой вход мультиплексора будет использоваться в пространственном коммутаторе при коммутации 5 входящей с 16 исходящей ИКМ-линией?
10. Какая информация записывается в ячейках адресного ЗУ мультиплексоров пространственного коммутатора?

11. Каков основной недостаток имеет временная коммутация цифровых каналов?
12. На каких элементах строятся временные коммутаторы?
13. Возможна ли временная коммутация канального интервала 29 с канальным интервалом 17?
14. Какова будет временная задержка при коммутации канального интервала 14 КИ с канальным интервалом 6?
15. Какова будет временная задержка при коммутации канального интервала 11 с канальным интервалом 31?
16. Из чего состоит временной коммутатор?
17. Какова разрядность разговорной памяти временного коммутатора?
18. Какова разрядность адресной памяти временного коммутатора на одну цифровую линию ИКМ-30?
19. Какая информация записывается в ячейки адресной памяти временного коммутатора?
20. Сколько ячеек содержит адресная память временного коммутатора на одну цифровую линию ИКМ-30?

4 Задания

Задание 1.

В пространственном коммутаторе, имеющем 16 входящих и 16 исходящих цифровых линий ИКМ-30/32, реализовать коммутацию двухстороннего разговорного соединения. Номера входящей и исходящей ИКМ-линий и номер входящего канального интервала (КИ) приведены в табл. 1 (номер варианта соответствует номеру студента в списке группы).

Требуется:

1. Изобразить схему пространственного коммутатора с указанием используемых при коммутации мультиплексоров/демультиплексоров, номера ячеек управляющей памяти и их содержимого при коммутации разговорного соединения.
2. Определить требуемое число и характеристики мультиплексоров/демультиплексоров, характеристики управляющей памяти мультиплексоров/ демультиплексоров.
3. Указать особенности реализации двухсторонней связи в пространственном коммутаторе.

Таблица 1. Варианты исходных данных для задания 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Входящая ИКМ-линия	3	11	15	0	4	11	4	5	6	10	9	12	13	14	2	7	11	3	8	10	1	9	4	7	12
Входящий КИ	15	7	4	21	19	30	11	25	0	31	29	5	18	27	10	26	9	14	29	7	3	1	12	2	24
Исходящая ИКМ-линия	12	8	9	14	6	5	12	2	13	8	7	1	0	12	6	4	9	7	13	4	6	15	11	10	1
Реализация ПК	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М

Примечание: М – мультиплексор, Д - демультиплексор
Нумерация ИКМ-линий и КИ в них начинается с нуля!

Задание 2.

Во временном коммутаторе на одну линию ИКМ-30/32 реализовать коммутацию входящего разговорного канального интервала (КИ) с исходящим КИ в соответствии с данными табл. 2 (номер варианта соответствует номеру студента в списке группы).

Таблица 2. Варианты исходных данных для задания 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Входящий КИ	15	7	4	21	19	30	11	25	1	31	29	5	18	27	10	26	9	14	29	7	2	28	6	24	12
Исходящий КИ	4	18	31	1	28	7	19	13	31	3	2	16	24	19	5	12	15	8	23	18	30	11	29	14	6
Кодовый отсчет речевого сигнала	102	65	52	91	196	204	75	245	186	19	37	134	25	216	157	48	11	182	255	9	83	171	211	36	142

Требуется:

1. Изобразить схему временного коммутатора с указанием номеров ячеек разговорного (РЗУ) и адресного (АЗУ) запоминающих устройств и содержимого этих ячеек в двоичном коде.

2. Описать процесс работы схемы при установлении соединения. Указать особенность реализации двухсторонней связи.

3. Определить временную задержку информации при коммутации указанных КИ на передачу и на прием.

5 Содержание отчета

По заданию 1:

1. Схема временного коммутатора с указанием всех параметров (номеров и содержимого ячеек памяти).

2. Описание процесса работы схемы при установлении соединения с указанием параметров работы схемы для реализации коммутации обратного направления.

3. Расчет временной задержки информации при коммутации на передачу и на прием.

По заданию 2:

1. Схема пространственного коммутатора с указанием всех параметров (номеров используемых мультиплексоров/ демультимплексоров, номеров их входов/выходов, номеров и содержимого ячеек памяти).

2. Расчет числа и характеристик мультиплексоров/ демультимплексоров, характеристик управляющей памяти каждого мультиплексора/демультимплексора.

3. Описание реализации двухсторонней связи в пространственном коммутаторе.

6 Методические указания

6.1 Пространственная коммутация каналов

Схематически простейшую коммутационную структуру, реализующую пространственную коммутацию каналов, можно представить в виде прямоугольной решетки, составленной из точек коммутации, разнесенных между собой в пространстве (рис.1).

Если к входам и выходам подсоединены двухпроводные цепи, то на каждое соединение требуется только одна точка коммутации (вторым проводом является общая точка – положительный полюс электропитающей установки узла коммутации). Коммутационные системы для четырехпроводных цепей (цифровая коммутация каналов) требуют установления отдельных соединений – для прямой и

обратной ветви цепи передачи.

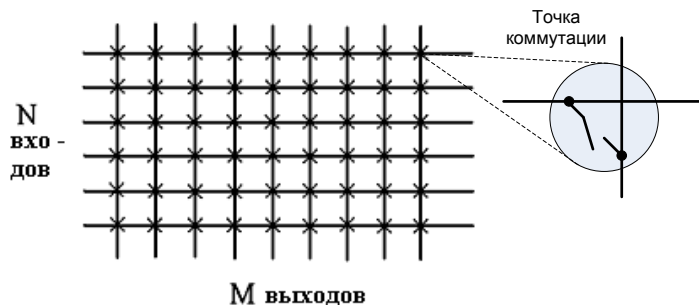


Рис. 1 - Полнодоступная коммутационная схема (коммутатор)

Пространственная коммутация цифровых каналов (канальных интервалов - КИ) трактов ИКМ заключается в том, что информация переносится из одного тракта ИКМ в другой без изменения временного положения КИ. Это проиллюстрировано примером, показанном на рис. 2, где информация КИ 5 переносится из тракта 1 во второй тракт в то же временное положение. На этом же рисунке показано второе пространственное соединение 2-го тракта с первым для КИ 21.

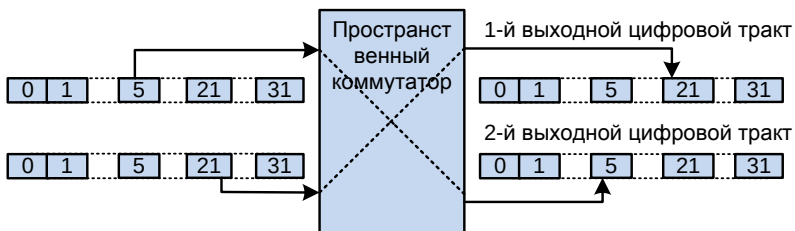


Рис. 2 – Работа пространственного коммутатора цифровых каналов

6.2 Реализация пространственной коммутации

Пространственный коммутатор (ПК) предназначен для синфазной коммутации каналов определенных входящей и исходящей ИКМ-линий в одном и том же КИ, поэтому он не требует включения в тракт запоминающих устройств (ЗУ).

Рассмотрим пространственный коммутатор на N -входов и M -выходов. Во входы включены соответственно N цифровых линий ИКМ, в выходы - M цифровых линий, каждая ИКМ-линия имеет n -временных каналов (КИ). Такой коммутатор имеет $N \times M$ пространственных точек коммутации, которые могут быть реализованы на мультиплексорах или демультиплексорах.

Мультиплексор (MUX) – это цифровое комбинационное устройство без элементов памяти, у которого имеется несколько входов, информация из которых передается на один выход в соответствии с управляющей (адресной) информацией. На рис 3 показан MUX на 8 входов ($X_0 \div X_7$), он имеет 3 адресных входа ($A_0 \div A_2$). Вход E (Enable) разрешает или запрещает прохождение входного сигнала на выход.

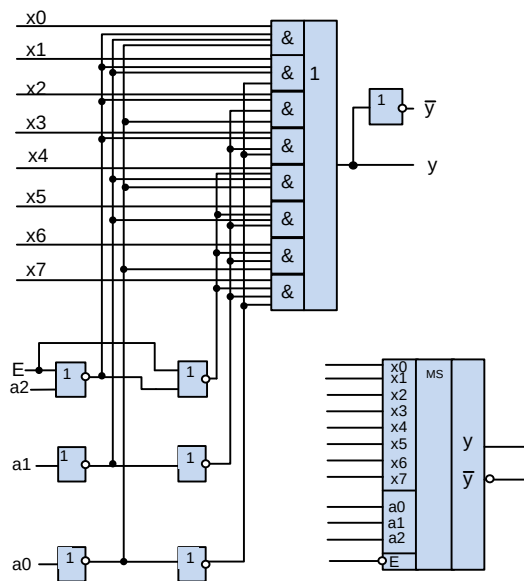


Рис. 3 - Мультиплексор на 8 входов: логическая схема и обозначение

Демультиплексор (DMX) – в отличие от мультиплексора наоборот имеет один вход и несколько выходов, информация на один из них передается с входа в соответствии с управляющей (адресной) информацией (рис. 4). Вход V аналогичен входу E в мультиплексоре.

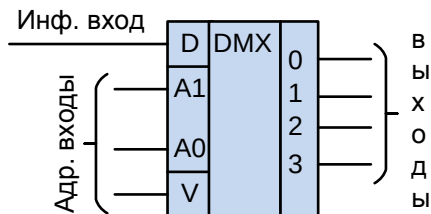


Рис. 4 – Демultipлексор на 4 выхода

На рис. 5 представлена структурная схема ПК 8x16, реализованная на мультиплексорах.

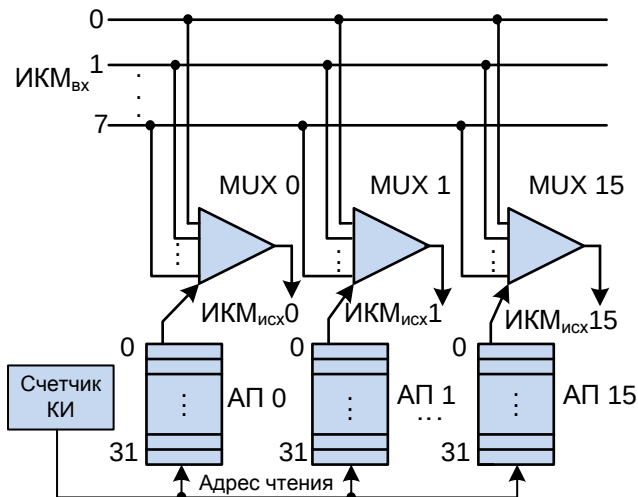


Рис. 5 - Схема пространственного коммутатора 8x16 на мультиплексорах

Такой ПК управляется по входу. Схема имеет 16 мультиплексоров, у которых соответствующие входы запараллелены. С каждым мультиплексором связана своя адресная память (АП), информацию в ячейки которой записывает устройство управления (УУ). Содержимое ячеек АП указывает на то, какой из 8-ми входов мультиплексора должен быть проключен на выход в момент времени (КИ), номер которого совпадает с номером ячейки АП. Разрядность каждой ячейки АП равна 3 (определяется по формуле $\log_2 N$, где N – число входящих цифровых линий ИКМ). В одну из этих 32-х ячеек адресной памяти, соот-

ветствующей требуемому каналному интервалу (КИ), УУ предварительно записывает адрес входа (ИКМвх.), который должен быть подключен к заданному выходу (номер выхода определяется номером мультиплексора).

Когда на ПК поступает информация в КИ с номером N , из ячейки адресной памяти с номером N считывается адрес, который определяет, с какого входа данного мультиплексора информация должна быть проключена на его выход.

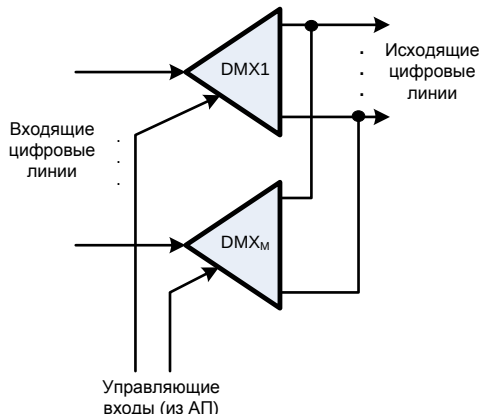


Рис. 6 - Схема пространственного коммутатора на демultipлексорах

Пространственный коммутатор может управляться и по выходу. В этом случае для реализации точек коммутации в ПК используются демultipлексоры (DMX), число которых равно числу входящих цифровых линий и у них одноименные выходы запараллелены (рис. 6). Управляющая информация, поступающая из адресной памяти, определяет, на какой выход демultipлексора должна быть проключена информация с его входа в момент времени, соответствующий номеру КИ входящей цифровой линии и совпадающий с номером ячейки АП. Разрядность ячеек АП демultipлексоров определяется по формуле $\log_2 M$, где M – число исходящих цифровых линий. В случае использования цифровых линий ИКМ-30/32 число ячеек АП равно 32 по числу КИ в тракте.

В пространственном коммутаторе имеется возможность коммутировать только одноименные (синфазные) каналы. По этой причине коммутационные поля, построенные только на базе ПК, не получили на практике широкого применения.

6.3 Временная коммутация

Блок или модуль, осуществляющий функцию временной коммутации цифрового сигнала (преобразование его временной координаты), называется *временным коммутатором* (ВК). Пусть на вход ВК включена входящая цифровая линия ИКМвх1, а с выхода ВК уходит исходящая ИКМисх2 (рис. 7). За каждым временным интервалом закреплён строго определённый канальный интервал цифровой линии ИКМ (например, речевой сигнал абонента). Пусть абонент А закреплён за канальным интервалом i входящей ИКМ-линии, а абонент В за канальным интервалом j исходящей ИКМ-линии. Изменение порядка следования одного канального интервала исходящей ИКМ-линии по сравнению с входящей означает передачу речевой информации от одного абонента к другому. В этом и заключается принцип временной коммутации (иногда говорят о перестановке канальных интервалов или перемещении информации из канала в канал).

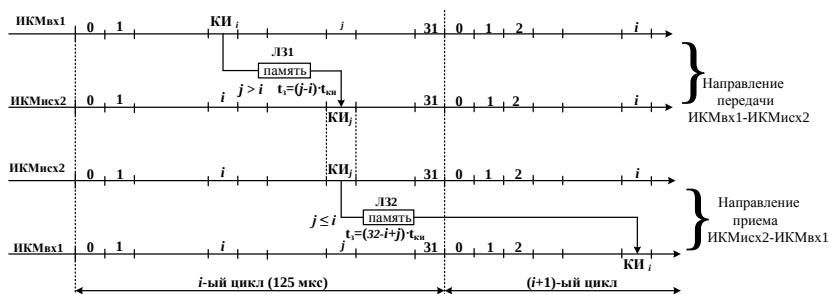


Рис. 7 – Принцип временной коммутации

Операция временной коммутации фактически является просто операцией задержки определенного кодового слова временного канала (информации определенного КИ) на заданное время τ , которое определяется разностью номеров КИ на входе (N_i) и на выходе (N_j) и длительностью одного КИ $T_{ки}$ (для цифрового тракта ИКМ-30/32 она равна 3,9 мкс):

$$\tau = (N_j - N_i) \times T_{ки}, \text{ при условии } j > i,$$

$$\tau = (32 + N_j - N_i) \times T_{ки}, \text{ при условии } j \leq i.$$

Примечание: во втором случае при $j \leq i$ информация из входного КИ i передается в выходной КИ j следующего цикла ИКМ, отсюда максимальная задержка во ВК будет при коммутации одноименных

КИ на входе и выходе ($Nj = Ni$) и она равна длительности цикла ИКМ $32 \times T_{ки} = 125$ мкс.

Для осуществления двухстороннего (дуплексного) разговора абонентов необходимо, чтобы тракт был четырехпроводным. Поскольку электронная коммутация имеет однонаправленный характер (в силу того, что электронные компоненты имеют только одно направление передачи информации), то временная коммутация, как правило, осуществляется не только прямая (i -й канал с j -м каналом), но и обратная (j -й канал с i -м)

6.4 Реализация временной коммутации

Для того чтобы обеспечить желаемую временную коммутацию каналов, звенья временной коммутации принципиально требуют наличия некоторого вида элементов задержки. Задержки легче всего реализовать с помощью запоминающего устройства (ЗУ) с произвольной выборкой (оперативное ЗУ – ОЗУ или RAM), запись в которые производится по мере поступления данных, а считывание при необходимости их передачи. Если для каждого канального интервала (КИ) в цикле ИКМ отведена одна ячейка памяти, то информация каждого канала с временным разделением может храниться без искажения повторной записью в течение времени вплоть до длительности одного полного цикла.

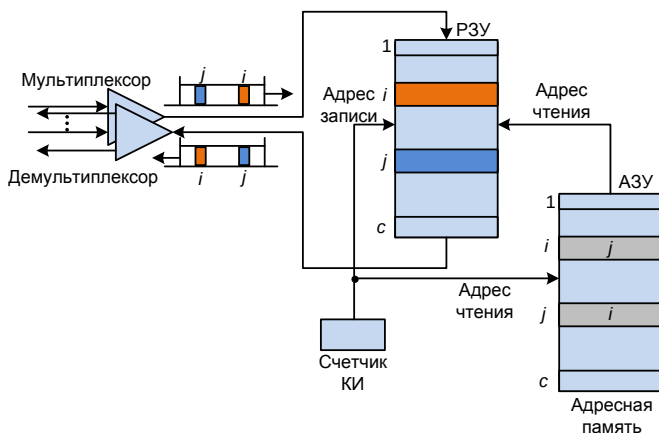


Рис. 8 - Структурная схема временного коммутатора

Рассмотрим схему работы временного коммутатора (ВК) (рис. 8). Последовательный цифровой поток ИКМ поступает на вход схемы ВК, которая преобразует информацию из последовательной формы в

параллельную. Далее эта информация записывается в речевое (информационное) запоминающее устройство (РЗУ). Адрес записи устанавливается счетчиком временных каналов, который генерирует последовательно номера КИ в цикле ИКМ. Поэтому информация располагается в РЗУ по мере возрастания номера временного канала (КИ).

Считывание этой информации в исходящий тракт производится в соответствии с информацией, записанной в адресном запоминающем устройстве (АЗУ). Опрос этой памяти также производится по тактовым импульсам, приходящим от счетчика временных каналов. Каждый такт соответствует номеру КИ в исходящем цифровом тракте.

На рис. 8 адрес входящего канала i записан в адресной памяти на месте КИ j . И наоборот, адрес входящего канала j записан в адресной памяти на месте КИ i . Это означает, что при чтении из адресной памяти во время КИ j на вход РЗУ поступит адрес i . В результате в этом КИ (j) будет считана информация, поступившая по входящему КИ (i).

Таким образом, в течение каждого канального интервала к РЗУ производится два обращения. Первое обращение (Запись), когда некоторое управляющее устройство (на рис. 8 показано как счетчик КИ) выбирает номер КИ, который определяет адрес записи информации в требуемую ячейку РЗУ. Второе обращение (Чтение), когда содержимое адресной памяти (АЗУ), соответствующее определенному КИ, выбирается в качестве адреса считывания информации из соответствующей ячейки РЗУ.

Для управления работой РЗУ используются два способа:

- 1) последовательная запись и произвольное (по адресу) чтение;
- 2) произвольная (по адресу) запись и последовательное чтение.

На рисунке 9 показан принцип работы временной коммутации для обоих способов управления с иллюстрацией способа доступа к памяти при передаче информации из ЗКИ в 17КИ. Заметим, что оба способа работы звена временной коммутации используют циклическую управляющую память, доступ к которой осуществляется синхронно с работой счетчика КИ.

Согласно первому способу работы звена временной коммутации, показанному на рис. 9а, определенные ячейки РЗУ закрепляются за соответствующими канальными интервалами (КИ) входящего тракта ИКМ. Информация каждого входящего КИ запоминается в последовательных ячейках РЗУ, что обеспечивается увеличением на 1 содержимого счетчика по модулю 32 на каждом КИ. Как уже отмечалось, информация, принятая в течение КИ №3, автоматически запоминается в третьей ячейке РЗУ. При выдаче информации из РЗУ управляющая

информация, поступающая из АЗУ, определяет адрес считывания информации для заданного КИ. Как уже было указано, 17-я ячейка АЗУ содержит число 3, т.е. содержимое 3-ей ячейки РЗУ должно быть считано и передано по исходящему тракту в течение 17КИ.

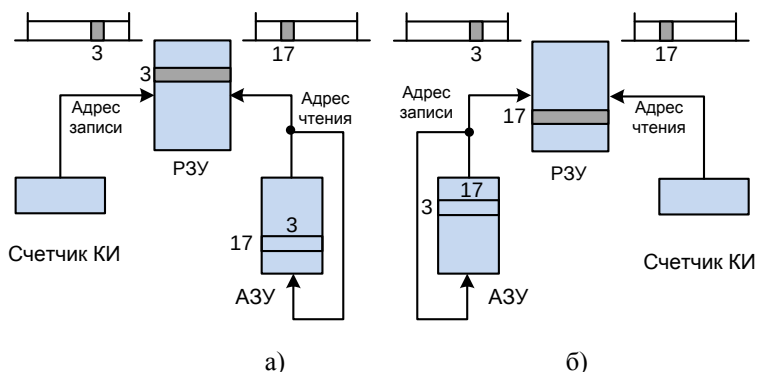


Рис. 9 Способы работы временного коммутатора:

а) последовательная запись – произвольное чтение; б) произвольная запись – последовательное чтение

Второй способ работы звена временной коммутации, показанный на рисунке 9б, является противоположностью первого. Поступающая на вход информация записывается в ячейки РЗУ в соответствии с адресом, хранящимся в ячейке АЗУ, однако считывание информации производится последовательно ячейка за ячейкой под управлением счетчика КИ. Как показано в данном примере информация, принятая в течение 3КИ, записывается в ячейку РЗУ с адресом 17, откуда затем автоматически считывается в 17КИ исходящего тракта ИКМ.

Заметим, что оба способа работы звена временной коммутации, показанные на рисунке 9, определяют соответственно *управление по выходу* и *по входу*. В примере многозвенной коммутационной схемы, рассматриваемой в следующем практическом занятии, удобно один способ работы использовать на одном звене временной коммутации, а второй способ — на другом звене.

Практическое занятие №2

«ЦИФРОВОЕ КОММУТАЦИОННОЕ ПОЛЕ В-П-В»

1 Цель занятия

Изучение принципов построения и работы цифрового коммутационного поля со структурой «время-пространство-время» (В-П-В).

2 Литература

Гольдштейн Б.С. Системы коммутации / Учебник для вузов, 2-е изд. – СПб: БХВ - Санкт-Петербург, 2004. – С. 103-106.

3 Контрольные вопросы

1. Структура и характеристики поля типа В-П-В.
2. Какие режимы работы ступеней временной коммутации используются в поле В-П-В?
3. Достоинства и недостатки коммутационных полей только с временной коммутацией.
4. Зачем между звеньями временной коммутации включают звенья пространственной коммутации?
5. Какова может быть максимальная временная задержка в коммутационном поле В-П-В?
6. Сколько трактов проключается в цифровом коммутационном поле при дуплексном соединении двух абонентов?
7. В каком коде коммутируется речевая информация в цифровом коммутационном поле?
8. Сколько временных коммутаторов необходимо для построения поля В-П-В на 10 входящих и 10 исходящих ИКМ линий?
9. Сколько пространственных коммутаторов необходимо для построения поля П-В-П на 8 входящих и 8 исходящих ИКМ линий?
10. Укажите способы уменьшения вероятности блокировки в цифровых коммутационных полях.

4 Задание

В коммутационном поле со структурой «время-пространство-время» (В-П-В) на 8 входящих и 8 исходящих линий ИКМ-30/32 реализовать одностороннее соединение заданного КИ входящей ИКМ-линии с заданными КИ исходящей ИКМ-линии с использованием сво-

бодного КИ внутренней ИКМ-линии в соответствии с данными табл. 1 (№ варианта соответствует номеру студента в списке группы).

Таблица 1 Варианты исходных данных

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Входящая ИКМ-линия	0	3	5	6	7	1	5	3	0	1	4	5	2	0	3	6	7	1	3	4	1	5	6	2	7
Входящий КИ	4	18	31	1	28	7	19	13	31	1	2	16	24	19	5	12	15	8	23	18	3	29	11	17	24
Кодовый отсчет речевого сигнала	65	52	91	196	204	75	245	186	19	37	134	25	216	157	48	11	182	255	9	83	171	211	36	142	63
Номер свободного КИ внутренней ИКМ-линии	27	24	13	19	5	2	30	6	11	14	17	1	6	3	25	7	21	28	4	20	27	8	29	9	10
Исходящая ИКМ-линия	3	4	6	7	2	4	6	2	7	3	2	3	7	4	5	1	2	3	5	6	7	0	3	5	6
Исходящий КИ	15	7	4	21	19	30	11	25	1	31	29	5	18	27	10	26	9	14	28	7	13	15	2	23	12
Реализация ПК	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д

Примечание: М – мультиплексор, Д - демультиплексор
Нумерация ИКМ-линий и КИ в них начинается с нуля.

Требуется:

1. Определить необходимое число и характеристики пространственных и временных коммутаторов для построения коммутационного поля.

2. Изобразить схему коммутационного поля с указанием используемых при коммутации временных и пространственных коммутаторов, номеров ячеек управляющих и разговорных ЗУ, содержимого этих ячеек. Примечание: на входящей ступени временной коммутации использовать управление по выходу, а на исходящей ступени – по входу.

3. Описать процесс работы схемы при коммутации одностороннего разговорного тракта заданных входящей ИКМ-линии и входящего КИ с исходящей ИКМ-линией и исходящим КИ с использованием заданного свободного КИ внутренней линии.

4. Определить суммарную временную задержку передачи информации при коммутации указанных КИ через коммутационное поле в прямом и обратном направлении.

5 Содержание отчета

1. Число и характеристики пространственных и временных коммутаторов коммутационного поля В-П-В заданной емкости.

2. Схема коммутационного поля с указанием номеров задействованных временных и пространственных коммутаторов, номеров и содержимого ячеек управляющих и разговорных ЗУ.

3. Описание процесса работы схемы.

4. Расчет суммарного времени задержки передачи информации в коммутационном поле при коммутации в прямом и обратном направлении.

6 Методические указания

6.1 Комбинированная пространственно-временная коммутация

В реальных узлах коммутации (например, телефонных сетей) только пространственная коммутация каналов не используется ввиду невозможности соединения любых КИ цифровых трактов ИКМ между собой (ПК коммутирует только одноименные КИ разных цифровых трактов). Отдельно временная коммутация каналов применяется в основном в узлах малой емкости, т.к. реализовать временной коммутатор большой емкости сложно из-за проблем высокой тактовой частоты работы ЗУ. Чаще всего на практике применяют комбинированные пространственно-временные коммутационные схемы, когда коммутация производится одновременно в другой тракт и другое временное положение КИ (рис. 1)

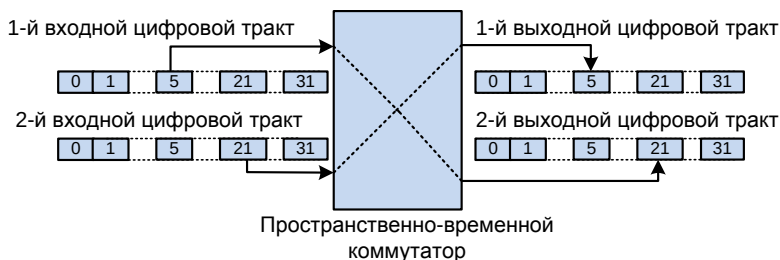


Рис 1 - Пространственно-временная коммутационная схема

6.2 Коммутационная схема В-П-В

Чаще всего на практике в цифровых телефонных станциях используется трехзвенная коммутационная система «время-пространство-время» (В-П-В). Число временных коммутаторов на входе (первая ступень В) и число входов в ступени пространственной коммутации (П) равняется числу входящих ИКМ-линий, число временных коммутаторов на выходе (вторая ступень В) и число выходов в ступени пространственной коммутации (П) равняется числу исходящих ИКМ-линий (рис. 2). Каждый временной и пространственный коммутатор имеет свою управляющую память УП (или адресное запоминающее устройство АЗУ), информацию в которую записывает управляющее устройство УУ (система управления) коммутационным полем.

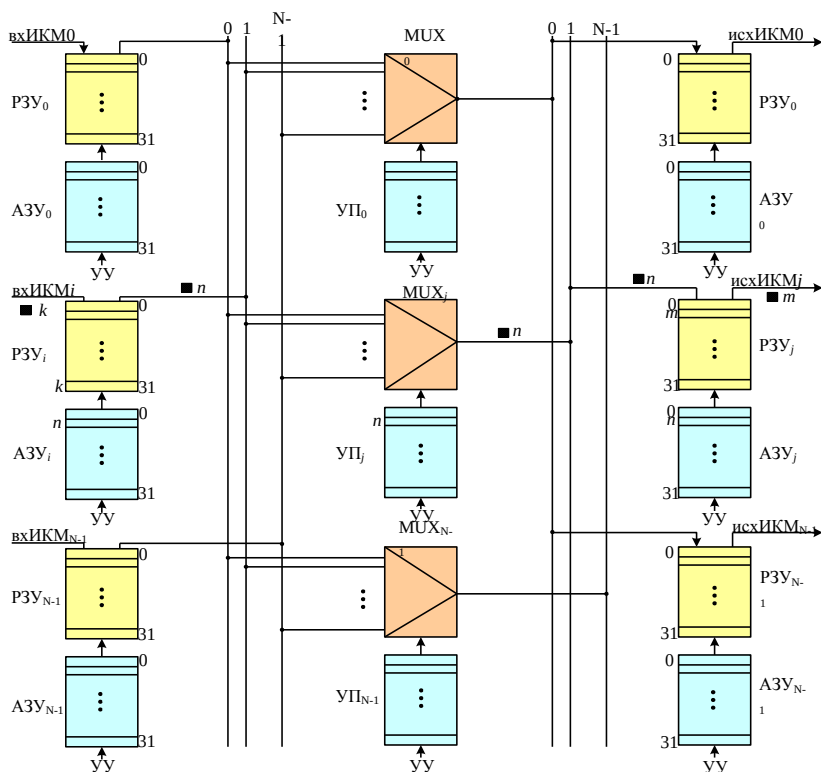


Рис. 2 – Реализация схемы В-П-В на $N \times N$ линий ИКМ

Пример:

Рассмотрим процесс коммутации в коммутационном поле (КП) со структурой В-П-В на 16 входящих ИКМ-линий, 16 исходящих ИКМ-линий с пространственной ступенью коммутации на мультиплексорах при следующих исходных данных:

номер входящей ИКМ-линии - 3;
 номер КИ во входящей ИКМ-линии - 2;
 номер исходящей ИКМ-линии - 10;
 номер КИ в исходящей ИКМ-линии - 5;
 номер свободного КИ во внутренней соединительной линии - 18.

18.

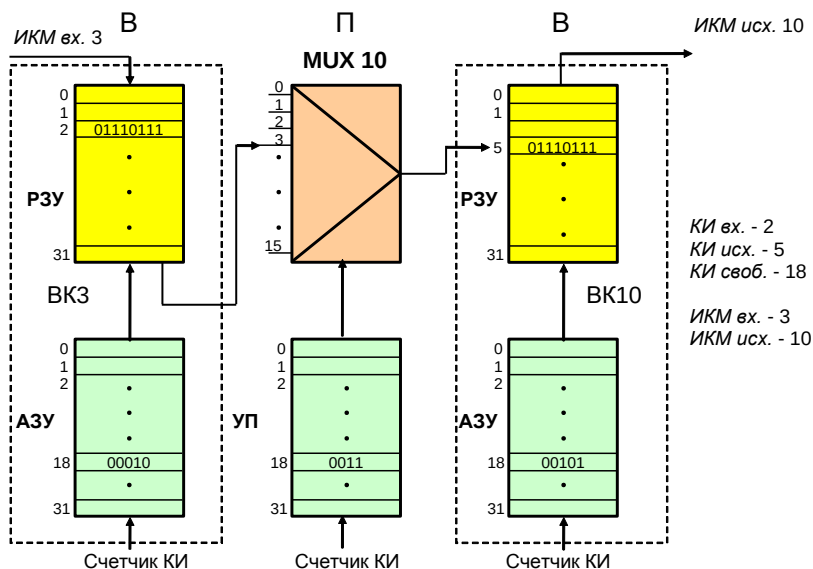


Рис. 3 - Пример коммутации в поле В-П-В (показана часть поля)

Процесс коммутация включает 3 временных этапа (рис. 3):

Этап 1.

Информация из КИ входящей ИКМ-линии последовательно записывается в ячейки РЗУ временного коммутатора под управлением счетчика КИ (управление по выходу - используется режим «циклическая запись – произвольное чтение»). В данном случае в

ячейку 2 ВК на входе будет записан 8-битовая кодовая комбинация речевой информации (в примере – код 01110111).

Этап 2.

Во время свободного КИ=18 промежуточной линии, выбранного управляющим устройством для коммутации в ступени пространственной коммутации (подобие станционного шнура в аналоговых АТС) из ячейки РЗУ с номером 2 (номер этой ячейки записан в ячейке 18 АЗУ временного коммутатора), считывается 8-битная комбинация 01110111 и поступает на определенный вход всех мультимплексоров (вход N исходящей ИКМ).

В это же самое время КИ=18 промежуточной линии считывается содержимое 18 ячейки УП мультимплексора 10 (номер ячейки соответствует номеру сводного КИ, номер мультимплексора соответствует номеру исходящей ИКМ линии), которое определяет номер входа 5 в мультимплексоре, информация с которого должна поступить на выход.

В то же самое время КИ=18 промежуточной линии считывается содержимое адресной памяти ВК на выходе и содержимое этой ячейки АЗУ определяет номер ячейки РЗУ, куда записывается информация разговорного канала 01110111 (управление по входу - используется режим «произвольная запись – циклическое чтение»), поступившая через соединение 5 входа с выходом в мультимплексоре с номером 10.

Этап 3.

Циклически происходит считывание содержимого ячеек РЗУ временного коммутатора на выходе под управлением счетчика КИ. Таким образом в момент 3 КИ осуществляется считывание 8-битной комбинации 01110111 из 3 ячейки РЗУ и передача ее в исходящую ИКМ-линию.

Практическое занятие №3

«РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УЗЛА КОММУТАЦИИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ EWSD»

1 Цель занятия

Получение общих сведений об архитектуре цифровой системы коммутации EWSD, ее функциональных подсистемах и блоках, а также получение навыков в разработке структурной схемы узла коммутации (УК) на базе системы EWSD.

2 Литература

Цифровые системы коммутации для ГТС / под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008, с. 77 - 80.

3 Контрольные вопросы

1. Каково назначение системы EWSD и ее использование на сетях связи?
2. Укажите технические характеристики системы EWSD.
3. В чем особенность архитектуры системы EWSD?
4. Укажите назначение и состав основных функциональных подсистем EWSD.
5. Каковы особенности структурной схемы EWSD при ее использовании в качестве:
 - опорной станции (ОПС) и опорно-транзитной станции (ОПТС) городской сети связи (ГСС),
 - зонового транзитного узла (ЗТУ) на междугородной телефонной сети с рабочими местами телефонисток (РМТ),
 - транзитного междугородного узла связи (ТМГУС),
 - транзитного междугородного узла связи (ТМнУС) с рабочими местами телефонисток?
6. Каковы особенности подключения к ОПС типа EWSD удаленных абонентских блоков?
7. Каковы особенности подключения к ОПС типа EWSD УПАТС различной емкости?

4 Задания

Задание 1. В соответствии с исходными данными табл. 1 изобразить схему организации связи проектируемого узла коммутации (УК) на базе системы EWSD с указанием типов линий/каналов и типов встречных УК. Номер варианта соответствует последней цифре номера студенческого билета.

Табл. 1 – Исходные данные

№ варианта	Тип и характеристики УК
1	Опорная станция (ОПС) местной сети связи с включением крупных УПАТС по интерфейсу E1
2	Зоновый транзитный узел (ЗТУ) с рабочими местами телефонисток и включением служебной УПАТС по интерфейсу E1.
3	Опорная станция (ОПС) местной телефонной сети с включением малых учрежденческо-производственных АТС (УПАТС) по АЛ
4	Опорная станция (ОПС) местной телефонной сети с включением сетей доступа через интерфейс V5.2
5	Зоновый транзитный узел (ЗТУ) с рабочими местами телефонисток (РМТ)
6	Транзитный международный узел связи (ТМнУС) с рабочими местами телефонисток (РМТ)
7	Опорно-транзитная станция (ОПТС) местной сети связи с локальным и удаленным включением АЛ
8	Опорная станция (ОПС) местной телефонной сети с локальным и удаленным включением абонентских линий (АЛ)
9	Транзитная станция (ТС) местной сети без включения АЛ
0	Транзитный междугородный узел связи (ТМгУС)

Задание 2. В соответствии с исходными данными (табл. 1) построить структурную схему УК системы EWSD с указанием основных функциональных блоков и типов включенных линий и каналов. На структурной схеме показать в зависимости от варианта включения цифровых и аналоговых АЛ, СЛ/каналов, ЗСЛ/СЛМ, абонентских выносных блоков, УПАТС.

5 Содержание отчета

1. Схема организации связи проектируемого узла коммутации на базе системы EWSD в соответствии с заданием 1.
2. Структурная схема узла коммутации на базе системы EWSD в соответствии с заданием 2.

6. Методические указания

6.1 Назначение цифровой системы коммутации EWSD

Цифровая система коммутации EWSD сертифицирована для использования на Единой сети электросвязи (ЕСЭ РФ) на международных, междугородных, городских, ведомственных телефонных сетях и на сетях подвижной телефонной связи.

На местных телефонных сетях система EWSD может использоваться как опорная станция (ОПС) и опорно-транзитная станция (ОПТС), к которой можно подключить до 600 тысяч абонентских линий (АЛ).

К транзитным узлам коммутации EWSD может быть подключено до 240 тысяч входящих, исходящих или двуправленных соединительных линий (СЛ). Цифровая система коммутации EWSD может использоваться и как узел межсетевого взаимодействия. В EWSD реализованы все необходимые для этого функции, такие как сигнализация для международной связи, эхокомпенсация для межконтинентальных и спутниковых соединений, а также функции взаиморасчетов между администрациями сетей связи разных стран. К транзитным узлам коммутации и узлам межсетевого взаимодействия относятся следующие применения EWSD на ЕСЭ РФ:

- транзитная станция местной сети связи (ТС), служит для организации транзитных соединений на местных сетях связи;
- зоновый транзитный узел (ЗТУ), служит для взаимодействия местных и внутризоновых сетей связи с междугородной сетью;
- транзитный междугородный узел связи (ТМгУС), служит для организации транзитных соединений на междугородных сетях связи;
- транзитный международный узел связи (ТМнУС) служит для взаимодействия национальной междугородной сети связи с международными сетями.

Система EWSD может быть использована также в качестве:

- коммутационного центра подвижной связи (MSC) в сотовых сетях, обеспечивая реализацию всех специфических для мобильной связи функций, необходимых для работы сети подвижной связи 2G/3G;
- узла коммутации услуг (SSP) в интеллектуальных сетях (IN);
- автономного транзитного пункта сигнализации ОКС №7 (STP).

6.2 Общие характеристики системы EWSD

Система EWSD поддерживает управление трафиком, поступающим от других узлов коммутации и передаваемым в обратном направлении, во всех стандартных режимах сигнализации, таких как 2ВСК+МЧК, МККТТ №5 и ОКС №7.

Система EWSD предоставляет пользователям широкий спектр дополнительных видов услуг: услуги цифровых сетей интегрального обслуживания (ISDN), услуги доступа в Интернет, а также услуги, реализуемые в конфигурации $n \times 64$ кбит/с.

Принцип управления соединением в EWSD – иерархический. Процессоры в цифровых абонентских блоках DLU и линейных группах LTG выполняют большой объем простых функций и уменьшают нагрузку по обработке вызовов на координационные процессоры СР, которые выполняют более сложные функции по обработке вызовов, административные функции и функции обеспечения надежности и техобслуживания.

Все аппаратные средства узла коммутации типа EWSD размещаются в специальных шкафах – стативах. Число стативов может изменяться в соответствии с емкостью системы.

Главными блоками механической конструкции EWSD являются:

- съемные модули в виде многослойных печатных плат стандартизованных размеров с разъемами;
- модульные кассеты, в которых модули устанавливаются с фасадной (передней) стороны, а кабели подключаются с монтажной (задней) стороны;
- стативы с защитной обшивкой, организованные в стативные ряды;
- съемные кабели, оснащенные соединителями.

6.3 Архитектура системы EWSD

Архитектура системы EWSD включает в себя программное обеспечение и аппаратные средства.

Аппаратные средства системы EWSD подразделяются на следующие 5 подсистем (рис. 1): доступа, коммутации, сигнализации, администрирования и управления.

Подсистема доступа служит для подключения цифровых и аналоговых абонентских и цифровых соединительных линий к коммутационному полю. К подсистеме доступа относятся выносные блоки

управления (RCU), удаленный коммутационный блок (RSU), который подключается к ОПС через центральный коммутатор временных интервалов (HTI), локальные абонентские блоки (DLU), линейные группы (LTG).

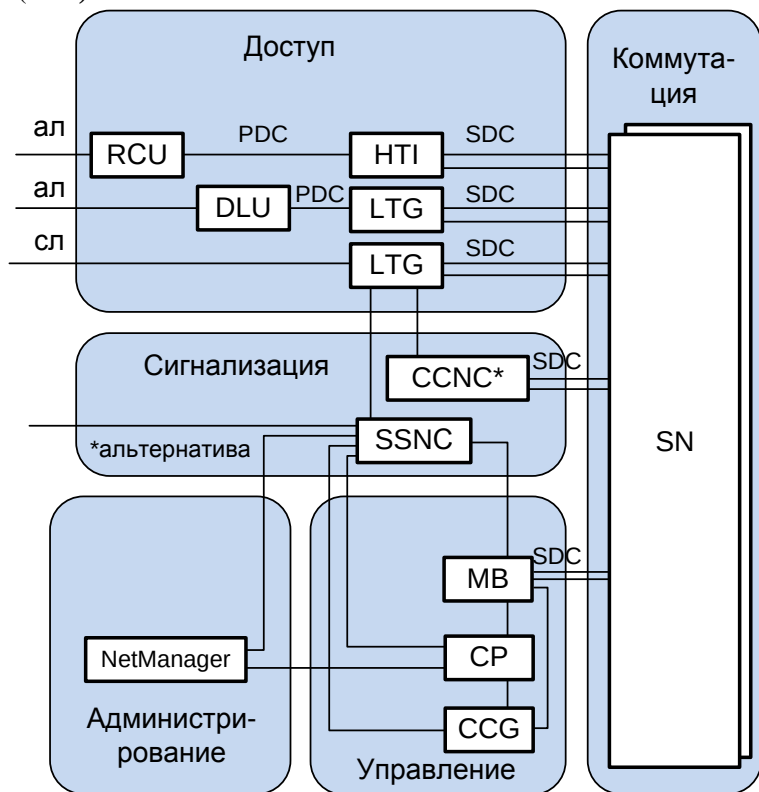


Рис. 1 - Основные функциональные подсистемы EWSD

К подсистеме коммутации относится цифровое коммутационное поле SN. Коммутационное поле соединяет различные подсистемы EWSD. Оно обеспечивает полнодоступность всех подсистем. Главная задача коммутационного поля состоит в проклучении пользовательских и межпроцессорных соединений между линейными группами LTG. Каждое соединение для надежности одновременно проклучается через обе половины (плоскости) коммутационного поля. Кроме того, коммутационное поле SN коммутирует полупостоянные межпроцес-

сорные соединения между групповыми процессорами GP в линейных группах LTG, а также между групповыми процессорами GP и буфером сообщений MB.

К подсистеме управления относятся координационный процессор CP, буфер сообщений MB и центральный генератор тактовой частоты CCG.

Координационный процессор CP113 представляет собой мультипроцессор, емкость которого наращивается ступенями, благодаря чему он может обеспечить управление работой станции любой емкости с соответствующей производительностью.

Буфер сообщений (MB) служит для организации внутреннего обмена информацией между подсистемами EWSD в пределах одной станции.

Центральный генератор тактовой частоты (CCG) предназначен для обеспечения синхронизации оборудования станции.

Подсистема сигнализации по общему каналу (ОКС №7) оборудована специальным управляющим устройством сети сигнализации по общему каналу CCNC или сетевым контроллером системы сигнализации SSNC. К CCNC можно подключить до 254 звеньев сигнализации. К SSNC можно подключить до 1500 звеньев ОКС №7.

Подсистема администрирования служит для выполнения административных функций, а также выполняет административное управление тарифами и состоит из программных модулей NetManager. Аппаратная часть подсистемы администрирования состоит из локальных и удаленных терминалов NetManager, подключенных к дисплею состояний сетевого узла.

Программное обеспечение имеет модульную структуру. Один или несколько программных модулей объединяются в подсистемы программного обеспечения. Операционная система EWSD состоит из прикладных программ и пользовательских программ. Прикладные программы приближены к аппаратным средствам и обычно являются одинаковыми для всех коммутационных станций. Пользовательские программы зависят от конкретного применения станции на сети и варьируются в зависимости от конфигурации станции.

6.4 Применение системы EWSD в сетях связи

Прежде, чем разрабатывать структурную схему проектируемого узла коммутации, необходимо разработать для него схему организации связи на сети. На данной схеме должно быть изображено окружение узла коммутации с указанием типов линий/каналов связи, включаемых

в узле, и в какие узлы коммутации включаются эти линии/каналы связи на противоположной стороне. На схеме организации связи различные типы сетевых узлов обозначаются следующим образом:

 – опорная станция (ОПС), учрежденческо-производственная АТС (УПАТС) или центральная станция (ЦС) на сельской телефонной сети (СТС);

 – опорно-транзитная станция (ОПТС);

 – транзитная станция (ТС) – ЗТУ, ТМгУС, ТМнУС, УСС;

 – выносной (удаленный) абонентский блок.

На рис. 2 приведена схема возможных применений системы EWSD в сетях связи. Транзитный международный узел связи (ТМнУС) с включенными в него рабочими местами телефонисток (РМТ) используется для выхода на международную сеть. Междугородный транзитный узел связи (ТМгУС) служит на междугородной сети для передачи транзитных потоков междугородной нагрузки от/к зоновому транзитному узлу (ЗТУ). ЗТУ используется для подключения к внутризоновой сети и местной городской сети областного/республиканского центра. Для полуавтоматических соединений на ЗТУ и ТМнУС используются рабочие места телефонисток (РМТ).

В качестве примера городской сети связи на рис. 2 показана кольцевая сеть на базе оборудования синхронной цифровой иерархии SDH. Все опорные станции (ОПС), опорно-транзитные станции (ОПТС) или транзитные станции (ТС), а также ЗТУ в кольце SDH логически соединены по принципу «каждая с каждой», что увеличивает структурную надежность сети. Для ввода/вывода цифровых потоков Е1 от различных узлов сети в кольцо используются мультиплексоры ввода/вывода (МВВ) уровня STM-N. В ОПС и ОПТС могут быть включены выносные абонентские блоки RCU и RDLU, а также учрежденческо-производственные АТС (УПАТС) малой, средней и большой емкости.

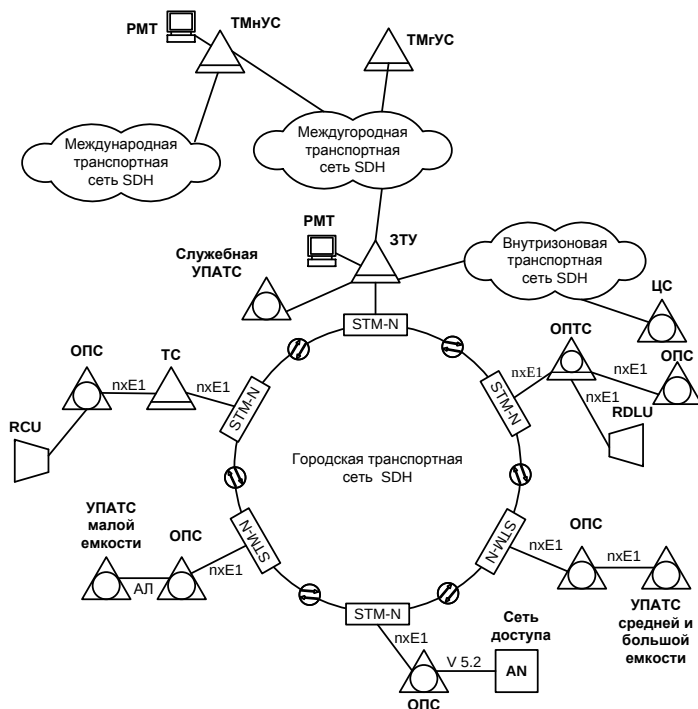


Рис. 2 – Схема возможных применений системы EWSD в сетях связи

6.6 Схемы включения в EWSD различных линий и каналов

Аналоговые (ААЛ) и цифровые (ЦАЛ) двухпроводные абонентские линии включаются в цифровые абонентские блоки ДЛУ (рис. 3).

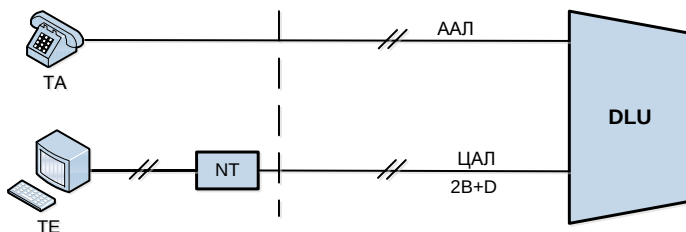


Рис. 3 – Схема подключения аналоговых и цифровых АЛ (ТА – аналоговый телефонный аппарат, ТЕ – цифровой абонентский терминал ISDN, NT – сетевое окончание ISDN)

Офисные учрежденческо-производственные (УАПТС) малой емкости на 10-30 номеров включаются по нескольким двухпроводным абонентским линиям в блок DLU (рис. 4).

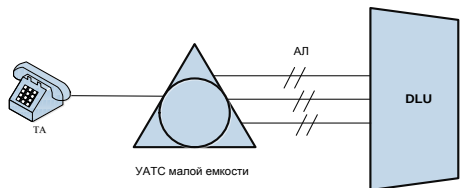


Рис. 4 – Схема подключения офисных УПАТС малой емкости

УАТС большой емкости через первичный доступ PRA (30B+D) и внесистемные сети доступа AN через интерфейс V5.2 включаются в линейные группы с функцией В – LTGG(B) (рис. 5).

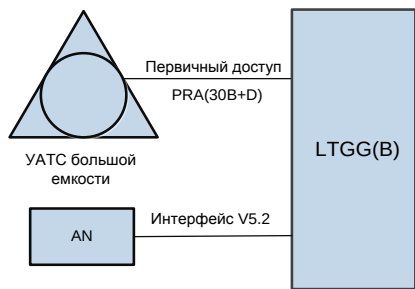


Рис. 5 – Схема включения УАТС большой емкости и сети доступа AN

СЛ, ЗСЛ/СЛМ в виде потоков E1 включаются в линейные группы с функцией С – LTGG(C), междугородные (МГК) и международные (МНК) каналы – в линейные группы с функцией D – LTGG(D), имеющие эхозаградитель (рис. 6).

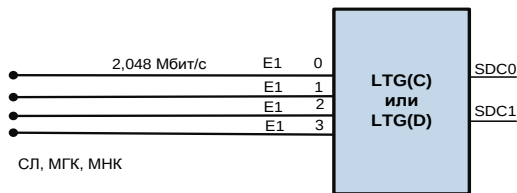


Рис. 6 – Схема подключения цифровых СЛ и МГ/МН каналов

Рабочие места телефонисток (PMT) включаются в специальный цифровой абонентский блок DLU-ADMOS, который включается в линейную группу с функцией В – LTGG(B) (рис. 7).

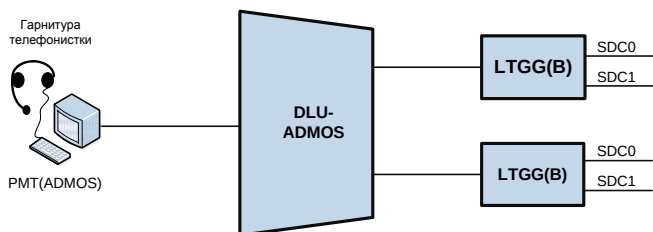


Рис. 7 - Схема подключения рабочих мест телефонисток

Схема подключения звеньев сигнализации ОКС №7 со скоростью каналов ОКС 64 кбит/с приведена на рис. 8. CCNC – управляющее устройство сети сигнализации ОКС №7, в CCNC можно включить до 256 каналов ОКС №7 со скоростью по 64 кбит/с, организованных в 16КИ трактов E1.

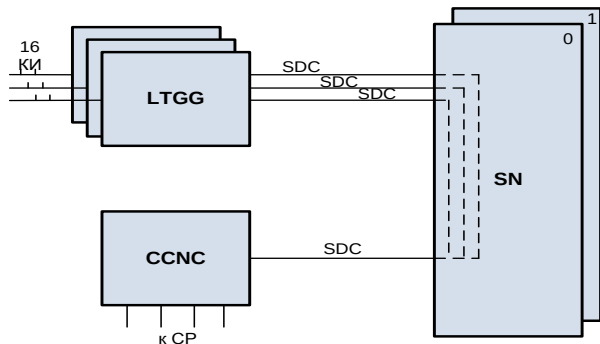


Рис. 8 – Схема подключения звеньев ОКС №7

6.7 Особенности построения структурных схем EWSD

Структурная схема узла коммутации типа EWSD является типовой, но в зависимости от его использования на сети в состав оборудования могут входить те или иные функциональные блоки подсистемы доступа. При разработке структурной схемы конкретного узла коммутации необходимо определить состав оборудования, способ размещения абонентских блоков (локальные или выносные) и способ их под-

ключения к линейным группам LTG, типы используемых линейных групп LTG, системы сигнализации для работы с другими АТС и необходимое для этого оборудование, способы включения УПАТС и др.

При использовании системы EWSD в качестве ОПС или ОПТС городской сети связи (ГСС) в состав оборудования входят следующие функциональные блоки подсистемы доступа:

- локальные цифровые абонентские блоки DLU – для подключения аналоговых и цифровых АЛ и СЛ от офисных УПАТС малой емкости, работающих по абонентскому интерфейсу;
- удаленные блоки управления RCU\$
- выносные абонентские блоки RDLUG в защищенном контейнере\$
- линейные группы LTG с функциями В (LTGG(B)) – для подключения блоков DLU к SN;
- линейные группы LTG с функциями С (LTGG(C)) – для подключения к SN СЛ от других ОПС/ОПТС и ЗСЛ/СЛМ для связи с ЗТУ.

При использовании системы EWSD в качестве ЗТУ применяются:

- цифровые абонентские блоки DLUG – в качестве УПАТС для реализации служебной связи;
- цифровые абонентские блоки DLU-ADMOS – для подключения цифровых коммутаторов ADMOS;
- линейные группы LTG с функцией D (с эхозаградителями) – для включения междугородных каналов;
- линейные группы LTG с функцией С (LTGG(C)) – для включения ЗСЛ/СЛМ для связи с местными ОПС/ОПТС.

При использовании системы EWSD в качестве ТМгУС блоки DLU не требуются, для подключения междугородных каналов служат линейные группы LTG с функцией D.

При использовании системы EWSD в качестве ТМнУС необходимы блоки DLU-ADMOS для подключения цифровых коммутаторов ADMOS и LTG с функцией D для включения междугородных и междугородных каналов.

Кроме того, для всех применений системы EWSD необходимы следующие аппаратные средства (рис. 9):

- сдублированное коммутационное поле SN для коммутации оперативных разговорных трактов и полупостоянных межпроцессорных соединений;
- сдублированный координационный процессор СР для управления всем оборудованием системы;

- сдублированный буфер сообщений MB для управления обменом между координационным процессором и линейными группами;
- сдублированный центральный генератор тактовой частоты CCG для синхронизации всего оборудования станции;
- терминалы технической эксплуатации ОМТ для взаимодействия оператора с системой;
- управляющее устройство сети сигнализации ОКС № 7 CCNC (при небольшой емкости узла) или сетевой контроллер системы сигнализации SSNC (при большой емкости узла).

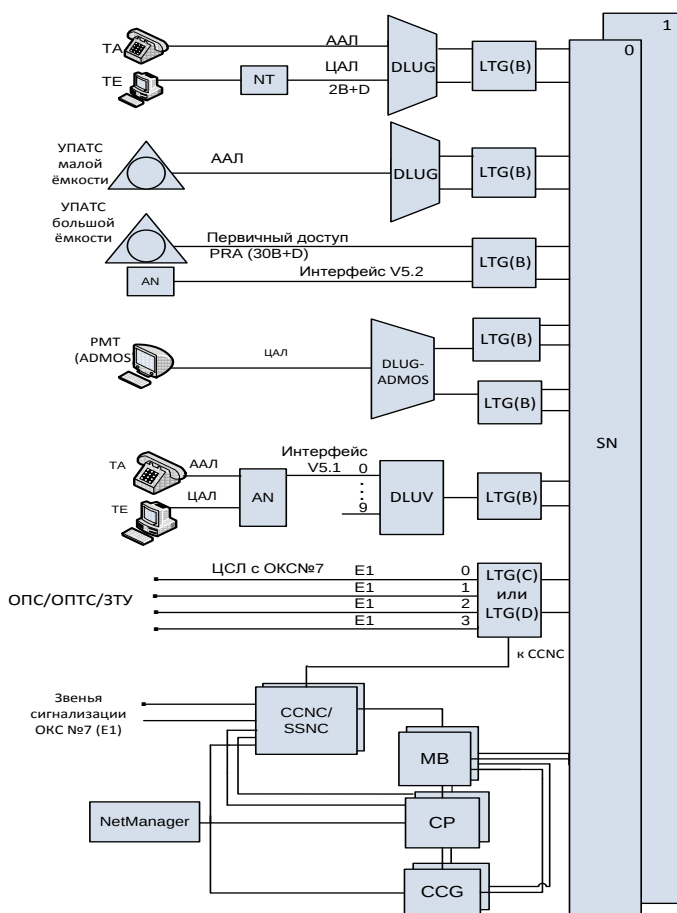


Рис. 9 Пример структурной схемы системы EWSD

Практическое занятие №4

«РАСЧЕТ ОБЪЕМА АБОНЕНТСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ EWSD»

1 Цель занятия

Изучение функций, структурной схемы и схем включения цифровых абонентских блоков DLU в системе EWSD. Получение навыков расчета объема оборудования DLU.

2 Литература

Цифровые системы коммутации для ГТС / под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008, стр. 81 – 86.

3 Контрольные вопросы

1. Каково назначение и способы применения цифровых абонентских блоков DLU?
2. Какие типы блоков DLU используются в версии EWSD V.15?
3. Какова структура абонентского блока DLUG?
4. Как определить число блоков DLU на станции?
5. Как определить число различных абонентских модулей в блоках DLU?
6. Как рассчитывается нагрузка, поступающая на блок DLU?
7. Как определяется число ИКМ-трактов, необходимых для подключения абонентских блоков DLU к линейным группам LTG?

4 Задание

1. Определить число абонентских блоков DLUG для заданного числа и типов линий, включенных в станцию, в соответствии с вариантом (табл. 1). Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.
2. Рассчитать требуемое число стативов локальных DLUG.
3. Рассчитать требуемое число стативов удаленных DLUG.
4. Рассчитать общее число модулей аналоговых и цифровых АЛ для удаленных и локальных DLUG.
5. Определить требуемое число и тип ИКМ-трактов для подключения блоков DLUG к линейным группам.

6. Изобразить структурную схему подключения блоков локальных и удаленных DLUG к линейным группам LTG.

Табл. 1 Варианты исходных данных

Характеристика ОПС	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Общая емкость ОПС, тыс. номеров	26	34	41	29	36	44	38	27	43	32
% локальных ААЛ	80	75	82	85	78	73	81	74	84	79
% удалённых ААЛ, подключенных к RCU	15	16	12	8	14	13	10	11	9	15
% удалённых ААЛ, подключенных к RDLUG	5	9	6	7	8	14	9	15	7	6
% линий ADSL Lite от общей емкости	15	11	9	12	10	7	11	8	6	12
% линий ADSL от общей емкости	20	15	14	19	17	21	8	11	16	18
% линий SDSL от общей емкости	5	10	7	4	8	11	6	9	3	2

5 Содержание отчета

1. Расчет числа цифровых абонентских блоков DLUG.
2. Расчет числа стативов локальных и удаленных DLUG.
3. Расчет числа аналоговых абонентских модулей локальных и удаленных абонентских блоков.
4. Расчет требуемого числа ИКМ-трактов для подключения локальных и удаленных абонентских блоков к линейным группам LTG.
5. Структурная схема подключения локальных и удаленных абонентских блоков к линейным группам LTG.

6 Методические указания

6.1 Состав оборудования доступа в системе EWSD

В системе EWSD в качестве оборудования доступа используются цифровые абонентские блоки DLUG (Digital Line Unit типа G), удаленный блок управления RCU (Remote Control Unit) и удаленный блок RDLUG (Remote DLUG) в защищенном контейнере.

К абонентским блокам DLUG могут подключаться следующие типы линий:

— аналоговые абонентские линии;

- цифровые абонентские линии с базовым доступом ISDN (ISDN-BA) (в настоящее время в ОПС не используются!!!);
- высокоскоростные цифровые абонентские линии с технологиями семейства xDSL, например: G.Lite (асимметричная цифровая абонентская линия с уменьшенной шириной полосы частот для работы без сплиттеров), асимметричная цифровая абонентская линия (ADSL), симметричная цифровая абонентская линия (SDSL);
- интерфейсы V5.1 от сетей доступа и выносных концентраторов (учрежденческо-производственных АТС – УПАТС).

Цифровые абонентские блоки DLU выполняют аналого-цифровое преобразование для аналоговых абонентских линий (ААЛ) и концентрацию нагрузки для всех типов линий, включенных в DLU. Коэффициент концентрации нагрузки в цифровых абонентских блоках $\sigma = 8:1$. В табл. 2 приведены технические характеристики одного абонентского блока DLUG.

Табл. 2 - Технические характеристики абонентского блока DLUG

Характеристика	Значение
Число аналоговых АЛ в блоке	992
Число цифровых АЛ базового доступа BRA в блоке	360
Число линий ADSL в блоке	432
Число линий SDSL в блоке	152
Число интерфейсов V5.1 в блоке	4×10
Пропускная способность блока, Эрл.	400
Число аналоговых абонентских комплектов в модуле SLMA	32
Число цифровых абонентских комплектов в модуле SLMD	16
Число интерфейсов V5.1 в модуле SLMI	10
Число DLU на стative	2

Блоки DLU можно установить в помещении станции (локальные блоки) или вынести за ее пределы (выносные блоки). Выносные блоки DLU используются для уменьшения длины абонентских линий и концентрации абонентской нагрузки на цифровых трактах в сторону станции, что позволяет уменьшить капитальные затраты на линейные сооружения абонентской сети и улучшить качество передачи.

При большом числе удаленных абонентов, сосредоточенных на небольшой территории, используются удаленные блоки управления RCU (Remote Control Unit). Удаленные блоки управления RCU можно устанавливать в отдельном помещении и в помещении аналоговых станций при их реконструкции. В удаленные блоки RCU можно включить до 5952 аналоговых АЛ. В удаленных блоках управления RCU

используются до трех стативов RDLUG. К ОПС коммутационный блок RCU подключается с помощью центральных временных коммутаторов НТИ (см. рис. 1 занятия 3).

При небольшом числе удаленных абонентов используются удаленные блоки RDLUG в защищенном контейнере. В удаленные блоки RDLUG можно включить 150, 400, 700 или 1000 аналоговых или цифровых АЛ.

Удаленные абонентские блоки всегда включается в LTG по потокам E1, локальные DLU могут включаться еще и по мультиплексированным потокам со скоростью 4 Мбит/с.

6.3 Структурная схема абонентского блока DLUG

На рис. 1 приведена структурная схема блока DLUG.

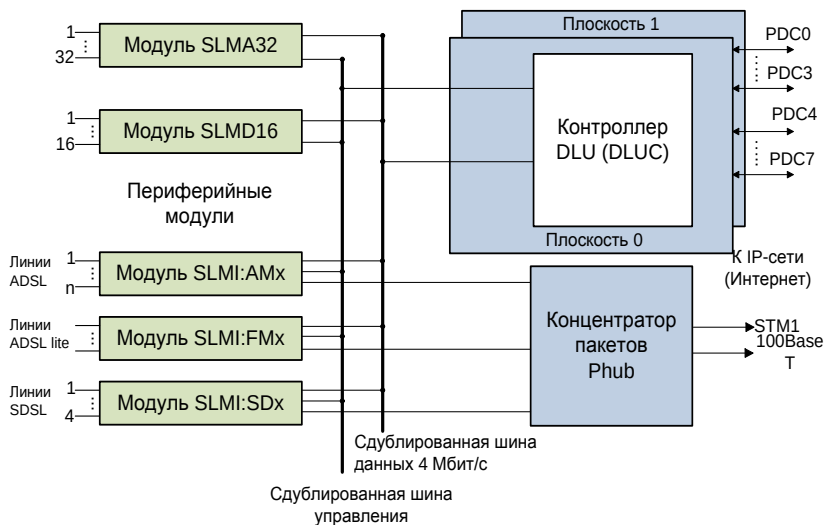


Рис. 1 – Структурная схема абонентского блока DLUG

В состав блока DLUG входят центральные, периферийные и удаленные модули.

Центральные модули для надежности дублированы и вместе формируют DLU-плоскости 0 и 1. При возникновении отказа в центральном функциональном модуле в одной плоскости DLU, обработка вызовов может быть продолжена другой плоскостью.

К центральным функциональным модулям относятся:

1) Контроллер DLU (DLUC) управляет выполнением функций внутри DLU и обеспечивает надежность всех функциональных модулей в DLUG. Кроме того, DLUC управляет обменом информацией с LTG в обоих направлениях.

2) Система шин служит для связи между центральными функциональными блоками и периферийными функциональными блоками DLU. Для надежности система шин дублирована.

К периферийным модулям относятся:

1) Аналоговый модуль абонентских комплектов (SLMA) с интегрированной тестовой функцией (ILTF) для сети доступа абонентских линий обрабатывает абонентские линии с обычными и специальными функциями. Он содержит 32 аналоговых абонентских комплекта SLCA.

2) Цифровой модуль абонентских комплектов (SLMD) содержит 16 цифровых абонентских комплектов (SLCD) базового доступа ISDN (BA).

3) Модули с Internet-доступом:

- **модуль абонентских комплектов (SLMI:FMx)** реализует функции передачи речи и данных для 16 абонентских линий ADSL Lite. Этот модуль всегда используется вместе с концентратором пакетов, обеспечивает скорость передачи в прямом направлении 512 кбит/с и в обратном направлении до 1,5 Мбит/с;

- **модуль абонентских комплектов (SLMI:AMx), асимметричная цифровая абонентская линия (ADSL)** обеспечивает скорость передачи в прямом направлении 800 кбит/с, в обратном направлении до 8,1 Мбит/с;

- **модуль абонентских комплектов (SLMI:SDx), симметричная цифровая абонентская линия (SDSL)** обеспечивает 12 дополнительных В-каналов в дополнение к стандартным каналам ISDN-BA (2B+D), имеет пропускную способность передачи в обоих направлениях до 1048 кбит/с;

4) Концентратор пакетов SLMI:PHub обеспечивает доступ к сети Интернет с помощью IP-интерфейсов по протоколу PPP, Интернет-трафик передается непосредственно в АТМ-магистраль. К модулю SLMI:PHub может быть подключено до 8-ми модулей SLMI:FMx, до 6-ти модулей SLMI:AMx, до 8-ми модулей SLMI:SDx. Модуль SLMI:PHub дублирован, каждый АК связан с обоими концентраторами пакетов, работающими в режиме «ведущий-ведомый»;

Удаленные цифровые абонентские блоки RDLU дополнительно содержат следующие функциональные модули:

- автономный сервисный контроллер SASC-G управляет сигналами и речевыми соединениями в DLUГ или абонентскими линиями в рамках удаленного блока RDLUG;

- блок внешней аварийной сигнализации ALEX отвечает на внешние по отношению к системе аварийные сигналы (например: пожарная сигнализация, несанкционированный доступ, чрезмерный уровень температуры и т. д.) и передает информацию об этих сигналах через СР в приложение NetManager.

6.4 Расчет объема оборудования DLU

6.4.1 Расчет локальных блоков DLU

В качестве примера далее приведен расчет для блока DLUГ. Исходными данными для расчета являются число локальных абонентских линий разных категорий (аналоговых и цифровых абонентских линий xDSL) и интерфейсов V5.1. Эти параметры определяются в соответствии с заданным вариантом из таблицы 1.

Число аналоговых абонентских линий, включенных в локальные блоки DLU, определяется по формуле:

$$N_{\text{ААЛ}} = N_{\text{ОПС}} \cdot \frac{k_{\text{ААЛ}}}{100}, \quad (1)$$

где $N_{\text{ОПС}}$ - емкость проектируемой ОПС;

$k_{\text{ААЛ}}$ - процент аналоговых абонентских линий.

Каждый цифровой абонентский блок DLUГ занимает две двухполочные модульные кассеты. В одном стативе DLUГ в зависимости от комплектации и типа статива размещено два абонентских блока DLUГ (4 модульных кассеты, 8 полок). Следовательно, с учетом данных табл. 2 в один статив DLUГ можно включить:

- 1984 аналоговых АЛ;
- 720 цифровых абонентских линий доступа в Интернет без сплиттера ADSL G.lite;
- 864 асимметричных цифровых абонентских линий ADSL;
- 304 симметричных цифровых абонентских линий SDSL.

Тогда число стативов для размещения локальных абонентских блоков DLUГ можно определить как:

$$S_{\text{DLUG}} = \left[\frac{N_{\text{ААЛ}}}{1984} + \frac{N_{\text{ADSL G.lite}}}{720} + \frac{N_{\text{ADSL}}}{864} + \frac{N_{\text{SDSL}}}{304} \right], \quad (2)$$

где $N_{\text{ААЛ}}$ - число местных аналоговых абонентских линий;

$N_{\text{ADSL G.lite}}$ - число цифровых абонентских линий ADSL G.lite;

N_{ADSL} – число асимметричных цифровых абонентских линий ADSL;
 N_{SDSL} – число симметричных цифровых абонентских линий SDSL;
 $]\dots[$ – округление результата расчета в большую сторону до целого числа.

Число цифровых абонентских линий ADSL G.lite, ADSL и SDSL определяется по формуле (1) также в зависимости от емкости проектируемой ОПС, но они подключаются сверх абонентской емкости ОПС.

Так как на одном стative можно разместить два блока DLUG, то число локальных блоков DLUG равно

$$K_{\text{DLUG}} = 2 \cdot S_{\text{DLUG}} . \quad (3)$$

В одном аналоговом абонентском модуле SLMA имеются 32 аналоговых абонентских комплекта SLCA, следовательно, число аналоговых абонентских модулей определяется по формуле:

$$M_{\text{SLMA}} = \left\lceil \frac{N_{\text{AAL}}}{32} \right\rceil . \quad (4)$$

В один модуль подключения к сети Internet SLMI:FMx можно включить 16 цифровых абонентских линий ADSL G.lite, отсюда число модулей SLMI:FMx равно:

$$M_{\text{SLMI:FMx}} = \left\lceil \frac{N_{\text{ADSL G.lite}}}{16} \right\rceil . \quad (5)$$

В один модуль SLMI:AMx можно включить 8 асимметричных абонентских цифровых линий ADSL, отсюда число модулей SLMI:AMx равно:

$$M_{\text{SLMI:AMx}} = \left\lceil \frac{N_{\text{ADSL}}}{8} \right\rceil . \quad (6)$$

В один модуль SLMI:SDx можно включить 8 симметричных абонентских цифровых линий SDSL, отсюда число модулей SLMI:SDx равно:

$$M_{\text{SLMI:SDx}} = \left\lceil \frac{N_{\text{SDSL}}}{8} \right\rceil . \quad (7)$$

К концентратору пакетов PHUB может быть подключено до 8-ми модулей SLMI:FMx, до 6-ти модулей SLMI:AMx и до 8-ми модулей SLMI:SDx, следовательно число концентраторов пакетов равно:

$$N_{\text{PHUB}} = \left\lceil \frac{M_{\text{SLMI:FMx}}}{8} + \frac{M_{\text{SLMI:AMx}}}{6} + \frac{M_{\text{SLMI:SDx}}}{8} \right\rceil . \quad (8)$$

6.4.2 Расчет удаленных блоков управления RCU

В соответствии с исходными данными (см. табл. 1) в проектируемой ОПС часть удаленных аналоговых абонентских линий включаются в удаленные блоки управления (концентраторы) RCU. Блоки RCU содержат от 1 до 6 удаленных абонентских блоков RDLUG. В каждый блок RDLUG максимально можно включить 992 удаленные аналоговые АЛ, следовательно, суммарное число блоков RDLUG во всех RCU, включенных в ОПС, можно определить по формуле:

$$K_{\text{RDLUG}}^{\text{RCU}} = \left\lceil \frac{N_{\text{АЛ}}^{\text{RCU}}}{992} \right\rceil, \quad (9)$$

где $N_{\text{АЛ}}^{\text{RCU}}$ – суммарное число удаленных АЛ, включенных во все RCU, которое определяется по формуле:

$$N_{\text{АЛ}}^{\text{RCU}} = N_{\text{ОПС}} \cdot \frac{P_{\text{RCU}} \%}{100}, \quad (10)$$

где P_{RCU} – процент удаленных АЛ, включенных в RCU (см. табл. 1).

Максимально в RCU могут входить до 6 блоков RDLUG, тогда общее число блоков RCU определяется по формуле:

$$K_{\text{RCU}} = \left\lceil \frac{K_{\text{RDLUG}}^{\text{RCU}}}{6} \right\rceil, \quad (11)$$

Таким образом, в один RCU можно включить до $992 \times 6 = 5952$ удаленных аналоговых АЛ.

RCU может содержать до трех стативов RDLUG, каждый статив содержит по два блока RDLUG. Число стативов в одном концентраторе RCU равно:

$$S_{\text{RCU}} = K_{\text{RDLUG}}^{\text{RCU}} / 2. \quad (12)$$

Расчет числа модулей ААЛ SLMA $M_{\text{SLMA-RCU}}$ выполняется аналогично, как и для локальных ДЛУ (см. формулу (4)) с учетом общего числа удаленных абонентских линий, включенных в RCU $N_{\text{АЛ}}^{\text{RCU}}$.

6.4.3 Расчет удаленных блоков RDLUG в защищенном контейнере

В соответствии с исходными данными (см. табл. 1) в проектируемой ОПС удаленные абонентские линии включаются также в удаленные блоки RDLUG в защищенном контейнере.

Суммарное число таких удаленных блоков RDLUG, включенных в ОПС, можно определить по формуле:

$$K_{\text{RDLUG}} = \left\lceil \frac{N_{\text{АЛ}}^{\text{RDLU}}}{992} \right\rceil, \quad (13)$$

где $N_{\text{АЛ}}^{\text{RDLU}}$ – суммарное число удаленных абонентских линий, включенных в RDLU, которое определяется по формуле:

$$N_{\text{АЛ}}^{\text{RDLU}} = N_{\text{ОПС}} \cdot \frac{P_{\text{RDLU}} \%}{100}, \quad (14)$$

где P_{RDLU} - процент удаленных АЛ, включенных в RDLUG (табл. 1).

Общее число модулей аналоговых абонентских линий SLMA в блоках RDLUG определяется аналогично по формуле (4) с учетом общего числа удаленных абонентских линий, включенных в RDLU – $N_{\text{АЛ}}^{\text{RDLU}}$.

6.4.4. Расчет числа ИКМ-трактов для подключения DLU к линейным группам LTG

При подключении локальных блоков DLUG к линейным группам LTGN(B) в каждый абонентский блок включено по два ИКМ-тракта со скоростью 4,096 Мбит/с. Тогда число ИКМ-трактов со скоростью 4,096 Мбит/с, включенных во все локальные блоки DLUG, равно:

$$K_{\text{DLUG}}^{4\text{М}} = 2 \cdot K_{\text{DLUG}}, \quad (15)$$

где K_{DLUG} – число локальных блоков DLUG.

Удаленные абонентские блоки RDLUG в блоках RCU подключаются к проектируемой ОПС с помощью 4-х ИКМ-трактов Е1 со скоростью 2,048 Мбит/с. Следовательно число ИКМ-трактов для подключения удаленных блоков RDLUG в блоках RCU к линейным группам LTGN(B) определяется следующим образом:

$$K_{\text{RCU}}^{\text{Е1}} = 4 \cdot K_{\text{RDLUG}}, \quad (16)$$

где K_{RDLUG} - число удаленных абонентских блоков RDLUG в RCU.

Число трактов Е1 от удаленных RDLUG в защищенном контейнере определяется аналогично:

$$K_{\text{RDLUG}}^{\text{Е1}} = 4 \cdot K_{\text{RDLUG}}. \quad (17)$$

Практическое занятие №5

«РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ГРУПП СИСТЕМЫ EWSD»

1 Цель занятия

Изучение функций, структурной схемы и схем включения в цифровое коммутационное поле линейных групп LTG системы EWSD. Выполнение расчетов объема оборудования LTGN.

2 Литература

Цифровые системы коммутации для ГТС / под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008, стр. 86 – 89.

3 Контрольные вопросы

1. Каково назначение линейных групп LTG в EWSD?
2. Какие типы линейных групп LTG используются в версии V.15 системы EWSD?
3. Каковы функции линейных групп LTG?
4. Какова типовая структура линейной группы LTG?
5. Как LTG включаются в цифровое коммутационное поле SN?
6. Какие внешние интерфейсы имеют LTGN(B) и LTGN(C)?
7. Как происходит обмен информацией между групповым процессором GP с контроллером DLUC и координационным процессором?
8. В чем особенность включения в LTG различных типов соединительных линий?
9. Как рассчитать необходимое число LTG различных типов?

4 Задание

1. Определить типы LTG для проектируемой станции.
2. Выполнить расчет числа линейных групп LTGN с функцией В и С по результатам расчетов в занятии 4 и в соответствии с заданным вариантом (табл. 1).
3. Определить тип и рассчитать общее число модулей подключения линий LTU в выбранных линейных группах.
4. Рассчитать число стативов LTGN.
5. Изобразить структурную схему подключения различных типов СЛ в линейные группы LTG станции.

Табл. 1- Число межстанционных ИКМ трактов Е1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число СЛ с сиг. ОКС№7	7	8	9	10	11	12	8	9	10	11
Число исходящих СЛ с сиг. R1,5 (2BCK+MЧК)	10	11	12	7	8	9	10	12	9	6
Число входящих СЛ с сиг. R1,5 (2BCK+MЧК)	8	9	7	11	12	8	9	7	12	10
Число ЗСЛ/СЛМ к ЗТУ с сиг. ОКС 7	7	6	5	4	3	4	5	6	7	4
Число СЛ к УСС с сиг. EDSS1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3

Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.

5 Содержание отчета

1. Перечень типов LTG для проектируемой станции.
2. Расчет числа линейных групп LTG с требуемыми функциями.
3. Расчет необходимого числа модулей, кассет и стативов LTGN.
4. Структурная схема подключения DLU и различных типов СЛ и ЗСЛ/СЛМ в LTG.

6 Методические указания

6.1 Назначение и типы линейных групп LTG

Линейные группы (LTG) образуют интерфейс доступа окружения станции EWSD к цифровому коммутационному полю SN. Линейные группы берут на себя целый ряд децентрализованных функций управления и тем самым освобождают координационный процессор CP от простых задач. В линейную группу можно включить от 1 до 4 ИКМ-трактов с суммарной скоростью не более 8,096 Мбит/с. Все линейные группы включаются в цифровое коммутационное поле (ЦКП) вторичными цифровыми потоками SDC со скоростью 8192 кбит/с по одной линии к 0-ой и 1-ой плоскостям SN.

В версии V.15 системы EWSD используются следующие типы линейных групп: LTGB, LTGC, LTGD, LTGF, LTGG, LTGH, LTGM, LTGN, LTGP. В пособии рассмотрены только самые компактные линейные группы LTGN.

Различают четыре группы функций линейных групп LTG:

1) *линейные группы с функцией В* служат для подключения локальных и удаленных абонентских блоков DLU и линий для связи с УПАТС средней и большой емкости к цифровому коммутационному полю (ЦКП);

2) *линейные группы с функцией С* служат для подключения к ЦКП цифровых соединительных линий для связи с ОПС и УСС, заказно-соединительных линий (ЗСЛ) и соединительных линий междугородных (СЛМ) для связи с ЗТУ;

3) *линейные группы LTG с функцией D* содержат эхоподавители, могут использоваться в EWSD для обслуживания междугородных, международных и спутниковых соединений большой протяженности (более 3 тыс. км), в которых возможно появление эффекта электрического эха;

4) *линейные группы с функцией H* (LTGH, LTGM, LTGN) могут обрабатывать пакетные данные, принятые из абонентских блоков через коммутационное поле.

Все линейные группы выполняют следующие функции:

1) *функции обработки вызовов* – прием и анализ различных сигналов, поступающим по соединительным и абонентским линиям, передача сообщений об обработке вызова в координационный процессор, прием команд обработки вызова из координационного процессора и т.п.;

2) *функции обеспечения надежности* – обнаружение ошибок в линейных группах, обнаружение ошибок в каналах передачи внутри линейной группы и в коммутационном поле, передача сообщений об ошибках в координационный процессор;

3) *функции эксплуатации и техобслуживания* – учет данных о трафике, выполнение измерений качества обслуживания, управление полупостоянными данными, коммутация испытательных соединений.

6.2 Структурная схема LTGN

Наиболее компактной и универсальной является линейная группа типа LTGN. Линейная группа LTGN универсальная и может использоваться для выполнения всех 4-х групп функций (В, С, D и H).

Для выполнения В-функции LTGN содержит следующие внешние интерфейсы:

– до 4-х первичных цифровых потоков E1 (PDC) для подключения удаленных цифровых абонентских блоков (DLU) со скоростью 2048 кбит/с;

- до 4-х первичных цифровых потоков E1 (PDC) для цифровых СЛ со скоростью 2048 кбит/с;
- до 4-х первичных доступов PRA (30B+D) для УПАТС средней и большой емкости со скоростью 2048 кбит/с;
- до 2-х цифровых потоков со скоростью 4096 кбит/с, для подключения локальных DLU;
- интерфейс V5.2 для подключения внесистемной сети доступа (AN).

Для выполнения С-функции LTGN содержит следующие внешние интерфейсы:

- до 4-х первичных цифровых потоков E1(PDC) со скоростью 2048 кбит/с для цифровых СЛ;
- внешние интерфейсы 155 Мбит/с для подключения к сети SDH.

Соединение между LTG и дублированным коммутационным полем SN выполняется с помощью внутренних интерфейсов двух вторичных цифровых потоков (SDC) со скоростью 8,192 Мбит/с. Структурная схема линейной группы LTGN приведена на рис. 1.

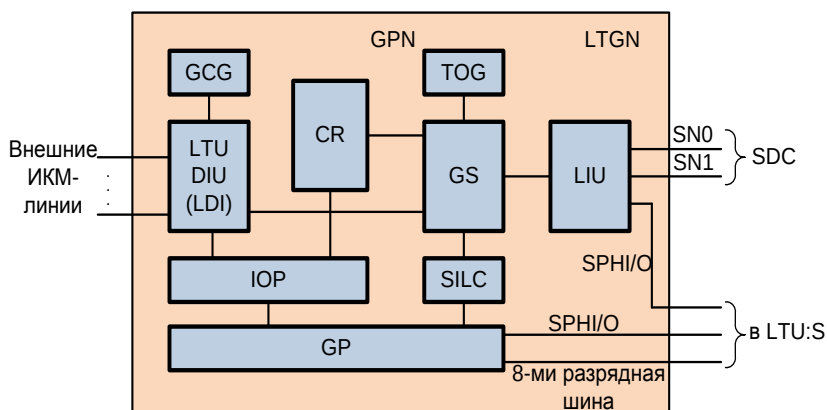


Рис. 1 - Структурная схема линейной группы LTGN

Основные функциональные блоки LTGN аппаратно реализованы в модуле GPN. На одной кассете F:LTGN расположено до 16 модулей GPN.

В состав LTGN входят следующие аппаратные функциональные блоки:

1) *Групповой процессор* GP преобразует входящую информацию, поступающую из окружения коммутационного узла, во внутренний формат сообщения системы и управляет функциональными блоками LTGN. GP взаимодействует с платой дополнительных функций LTU:S с помощью 8-разрядных шин данных и адреса.

2) *Процессор ввода-вывода* IOP используется для управления групповым коммутатором GS, цифровым интерфейсным блоком DIU/LDI и обработчиком кадров высокой производительности SILC, а также для конфигурирования цифрового сигнального процессора кодового приемника CR.

3) *Групповой коммутатор* GS представляет собой ступень пространственно-временной коммутации для 512 каналов. GS взаимодействует с DIU, TOG, CR и SILC и соединяет их с коммутационным полем.

4) *Блок линейного интерфейса* LIU используется для подключения к LTGN дублированного коммутационного поля SN (SN0 и SN1) через вторичные цифровые потоки SDC 8,192 Мбит/с к каждой плоскости.

5) *Генератор тональных сигналов* TOG генерирует акустические тональные сигналы («Ответ станции», «Сигнал занят», «Контроль послышки вызова») и испытательные тональные сигналы.

6) *Кодовый приемник* CR включает в себя 16 приемников частотной сигнализации следующих типов: тонального набора номера (DTMF), многочастотной сигнализации R1,5 и проверки целостности (CTC).

7) *Линейный интерфейс* DIU обеспечивает подключение 4-х первичных цифровых потоков E1 (PDC) со скоростью 2,048 Мбит/с.

8) *Локальный интерфейс* LDI служит для подключения двух ИКМ-трактов со скоростью 4,096 Мбит/с от локального абонентского блока DLU.

9) *Центральный тактовый генератор* GCG генерирует тактовые сигналы, необходимые для синхронизации блоков LTG.

10) *Контроллер терминалов звеньев сигнализации* SILC выполняет обработку пакетных данных по D-каналу от ISDN-абонентов.

Дополнительные функции LTGN выполняются с помощью специального блока подключения линий LTU:S. К дополнительным функциям LTGN относятся: обработка пакетов данных, конференцсвязь, идентификация вызывающей линии, эхоподавление, автоматическое тестирование оборудования, функция автоинформатора и др.

6.3 Обмен информацией групповым процессором GP с контроллером DLUC и координационным процессором CP

Групповой процессор GP линейной группы LTGN обменивается информацией с контроллером DLUC блока DLU по общему каналу сигнализации (ОКС) в 16-м КИ ИКМ-трактов со скоростью 2048 кбит/с или в 32-м КИ ИКМ-трактов со скоростью 4096 кбит/с, которыми блоки DLU подключены к блокам LTG.

Кроме того, групповой процессор GP блока LTGN в процессе обработки вызова обменивается информацией также и с координационным процессором CP (межпроцессорная связь). Для этого LTGN используют временной интервал «0» каждого вторичного цифрового потока SDC, идущего к коммутационному полю SN и от него. Такое соединение известно как канал передачи сообщений (MCH). Канал передачи сообщений является полупостоянным соединением, которое устанавливается в момент запуска или перезапуска системы, после чего оно остается постоянным. MCH всегда являются проклученными в обеих половинах SN. Однако GP или буфер сообщений (MB) для CP использует сообщения только активного канала MCH, при этом другой канал MCH назначается неактивным.

6.4 Методика расчета числа LTGN

Локальные и выносные блоки DLU подключаются к коммутационному полю SN через линейные группы LTGN с функцией В. Каждая пара локальных блоков DLUG подключена по перекрестной схеме к двум линейным группам LTGN(B) с помощью двух ИКМ-трактов со скоростью 4,096 Мбит/с. Каждая пара удаленных блоков RDLUG подключается по перекрестной схеме к двум линейным группам LTGN(B) с помощью четырех ИКМ-трактов E1 со скоростью 2,048 Мбит/с. Число ИКМ-трактов, необходимых для подключения цифровых абонентских блоков к LTGN(B), определено на практическом занятии 4. В каждую линейную группу LTGN(B) можно включить или два ИКМ-тракта со скоростью 4,096 Мбит/с, или четыре ИКМ-тракта E1 со скоростью 2,048 Мбит/с. Отсюда, число линейных групп LTGN(B) для подключения локальных и удаленных абонентских блоков равно:

$$K_{LTGN(B)} = \left[\frac{K_{DLUG}^{4M}}{2} \right] + \left[\frac{K_{RCU}^{E1} + K_{RDLUG}^{E1}}{4} \right], \quad (1)$$

где K_{DLUG}^{4M} - число ИКМ-трактов со скоростью 4,096 Мбит/с к локальным DLU (см. формулу (15) занятия 4);

K_{RCU}^{E1} - число ИКМ-трактов E1 со скоростью 2,048 Мбит/с от удаленных абонентских концентраторов RCU (см. формулу (16) занятия 4);

K_{RDLUG}^{E1} - число ИКМ-трактов E1 со скоростью 2,048 Мбит/с от удаленных абонентских блоков RDLUG (см. формулу (17) занятия 4).

В каждую линейную группу LTGN с функцией С включается по четыре межстанционных ИКМ-тракта соединительных линий (СЛ) с различными типами сигнализации (ОКС№7 или R1,5) или ЗСЛ/СЛМ.

Следует учитывать, что в одну линейную группу LTGN(C) можно включать только однотипные СЛ и с одинаковой системой сигнализации. Поэтому в некоторых LTG могут задействоваться не все четыре входящих порта, а только часть (остальные блокируются программно и могут использоваться в дальнейшем при расширении емкости станции).

Отсюда, число линейных групп LTGN(C) для включения СЛ i -го типа равно:

$$K_{LTGN(C)}^i = \left\lfloor \frac{K_{\Sigma E1}^i}{4} \right\rfloor, \quad (2)$$

где $K_{\Sigma E1}^i$ – суммарное число трактов ИКМ E1 для включения в LTG(C) СЛ i -го типа (см. табл. 1).

Одна линейная группа LTGN занимает один модуль GPN, следовательно число модулей GPN равно:

$$K_{GPN} = K_{LTGN(B)} + \sum_i K_{LTGN(C)}^i \quad (3)$$

Для размещения LTGN используются однополочные кассеты F:LTGN по 16 модулей GPN в каждой, следовательно число кассет F:LTGN равно:

$$K_{F:LTGN} = \left\lfloor \frac{K_{GPN}}{16} \right\rfloor. \quad (4)$$

В стативах R:LTGN располагаются по четыре кассеты F:LTGN, следовательно число стативов R:LTGN равно:

$$K_{R:LTGN} = \left\lfloor \frac{K_{F:LTGN}}{4} \right\rfloor. \quad (5)$$

Практическое занятие №6

«РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ КОММУТАЦИОННОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ EWSD»

1 Цель занятия

Изучение структуры и принципов функционирования коммутационного поля SN системы EWSD. Выполнение расчетов объема оборудования коммутационных полей типов SN(B) и SN(D).

2 Литература

Цифровые системы коммутации для ГТС / под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008, стр. 89-95.

3 Контрольные вопросы

1. Каково назначение и функции коммутационного поля SN в EWSD?
2. Как решается вопрос обеспечения высокой надежности коммутационного поля?
3. Каким образом различные функциональные блоки EWSD подключаются к коммутационному полю?
4. Какие типы коммутационных полей используются в EWSD?
5. Как в коммутационное поле включается координационный процессор CP?
6. Какова структура коммутационного поля типа SN(B)?
7. Какова структура коммутационного поля типа SN(D)?
8. Как рассчитать число коммутационных групп и общее число модулей коммутационного поля типа SN(B)?
9. Как обосновать необходимую структуру SN(D) и определить число модулей, из которых оно состоит?
10. Какие линии используются внутри SN(B) и SN(D)?
11. Какие функции SNMUXA и SNMAT в поле SN(D)?

4 Задание

1. Обосновать тип и структуру коммутационного поля, типы и количество используемых модулей по результатам расчета на практическом занятии 5 в соответствии с вариантом.

2. Изобразить структурную схему коммутационного поля и отдельный соединительный тракт между входом и выходом. Указать на схеме нумерацию модулей и ИКМ-трактов.

5 Содержание отчета

1. Обоснование выбора типа и структуры коммутационного поля, типов и количества используемых модулей.
2. Структурная схема коммутационного поля в соответствии с вариантом задания с указанием отдельного соединительного тракта между входом и выходом.

6 Методические указания

6.1 Характеристики коммутационного поля EWSD

Цифровое коммутационное поле (ЦКП) EWSD служит для коммутации разговорных трактов и полупостоянных соединений между процессорами GP блоков LTG и между этими процессорами и буфером сообщений MB в координационном процессоре CP.

Полнодоступное коммутационное поле EWSD построено по модульному принципу, имеет малую внутреннюю блокировку и в зависимости от количества линейных групп LTG может применяться в станциях всех типов и емкостей.

В коммутационное поле системы EWSD можно включить различные типы линейны групп LTG и управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу CCNC. В 0-ой порт каждой коммутационной группы TSG в поле SN(B) через буфер сообщений MB(B) подключается координационный процессор CP.

Все внешние блоки включаются в ЦКП вторичными цифровыми потоками SDC со скоростью 8192 кбит/с по одной линии к 0-ой и 1-ой плоскости SN.

Для надежности в ЦКП EWSD применяется дублирование и резервирование. ЦКП содержит две плоскости – SN0 и SN1 и резервные модули. Все соединительные пути дублированы, т.е. они коммутируются через плоскости поля SN0 и SN1, благодаря чему обеспечивается обходной путь для каждого соединения при возникновении неисправностей. Переключение на резерв применяется, только если неисправности возникают в обеих плоскостях ЦКП. В этом случае эффективные соединения (соединение абонент-абонент) проходят через ступени временной и пространственной коммутации обеих плоскостей (0 и 1) ЦКП. При возникновении неисправности в КП, координационный

процессор СР инициирует мероприятия по переключению на резерв и выдает соответствующую команду. Переключение на резерв не прерывает установленного соединения.

В версии EWSD V.15 применяется коммутационное поле двух типов: SN(B) и SN(D).

Коммутационное поле типа SN(B) имеет емкость 63, 126, 252 и 504 LTG. Коммутационное поле SN(B) на 63 LTG имеют структуру время – пространство – время (В-П-В), а коммутационное поле SN(B) на 126, 252, 504 LTG имеют структуру В-П-П-В.

Коммутационное поле типа SN(D) имеет емкость 126, 504, 1008 и 2016 LTG.

6.2 Структура коммутационного поля типа SN(B)

Коммутационное поле SN(B) в зависимости от емкости содержит от 1 до 8 временных коммутационных групп TSG и 1÷4 пространственных коммутационных групп SSG. К каждой группе TSG можно подключить 64 входящих и исходящих внешних ИКМ-тракта со скоростью 8192 кбит/с (0÷63). С помощью 0-го ИКМ-тракта к коммутационной группе TSG через буфер сообщений MBU:LTG подключен координатный процессор СР. С помощью остальных 63-х ИКМ-трактов к полю подключены линейные группы LTG. Если в системе EWSD используется сигнализация ОКС №7, то один из ИКМ-трактов в TSG используется для подключения к полю управляющего устройства ОКС №7 CCNC. Скорость передачи на всех внутренних уплотненных линиях коммутационного поля составляет 8192 кбит/с. В каждой внутренней уплотненной линии используется 128 канальных интервалов с пропускной способностью 64 кбит/с каждый ($128 \times 64 = 8192$ кбит/с). Технические данные коммутационного поля SN(B) разной емкости приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Характеристики коммутационного поля SN(B)

Емкость SN(B)	63 LTG	126 LTG	252 LTG	504 LTG
Мах число LTG	63	126	252	504
Структура	ВПВ	ВППВ	ВППВ	ВППВ
Пропускная способность, Эрл.	3150	6300	12600	25200
Число АЛ для ОПС, тыс.	30	60	120	240
Число АЛ для ОПТС, тыс.	7,5	15	30	60

В небольших телефонных станциях используется коммутационное поле SN:63LTG, которое имеет структуру В-П-В: одна входящая ступень временной коммутации (TSI), одна ступень пространственной коммутации (SS) и одна исходящая ступень временной коммутации (TSO). На рис. 1 приведена структура коммутационного поля SN(B) на 63 LTG (схема приведена в свернутом виде – входы и выходы изображены с одной стороны поля). Ступень временной коммутации состоит из восьми модулей TSMB (0÷7), ступень пространственной коммутации содержит один модуль SSM16B.

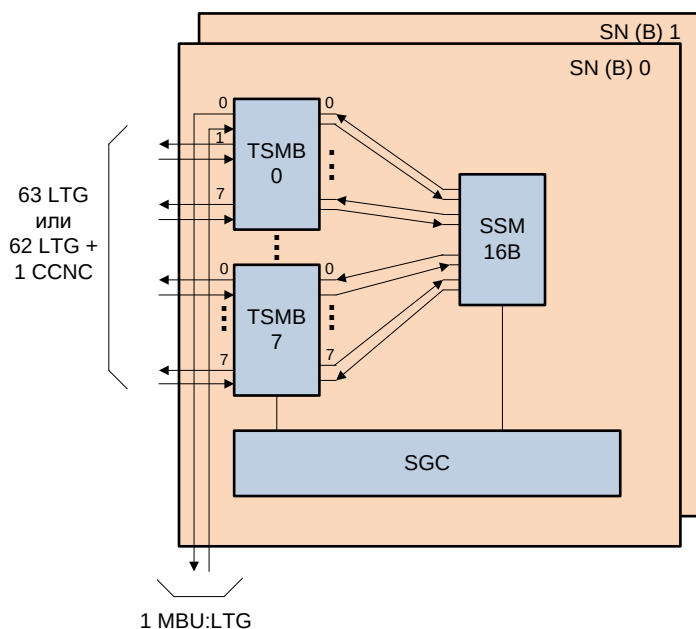


Рис. 1 - Структура SN(B) минимальной емкости на 63LTG

В станциях средней и большой емкости используются поля SN(B) емкостью 126LTG, 252LTG и 504LTG. На рис. 2 приведена структурная схема КП SN(B) максимальной емкости на 504 LTG.

КП SN(B) на 504 LTG состоит из двух плоскостей: 0-ой и 1-ой. Каждая плоскость на ступени временной коммутации содержит 8 групп временной коммутации TSG: 0.1 – 0.7 и 1.1 – 1.7. Каждая коммутационная группа содержит по 8 модулей временной коммутации: TSMB0 – TSMB7 и по 4 интерфейсных модуля LISB0 – LISB3. В каждый TSMB включено по 8 линейных групп LTGN, всего 63 LTGN, 0-

ой порт используется для подключения к буферу сообщений MBU:LTG. Модули TSMB и LISB соединены друг с другом по перекрестной схеме «cross-over».

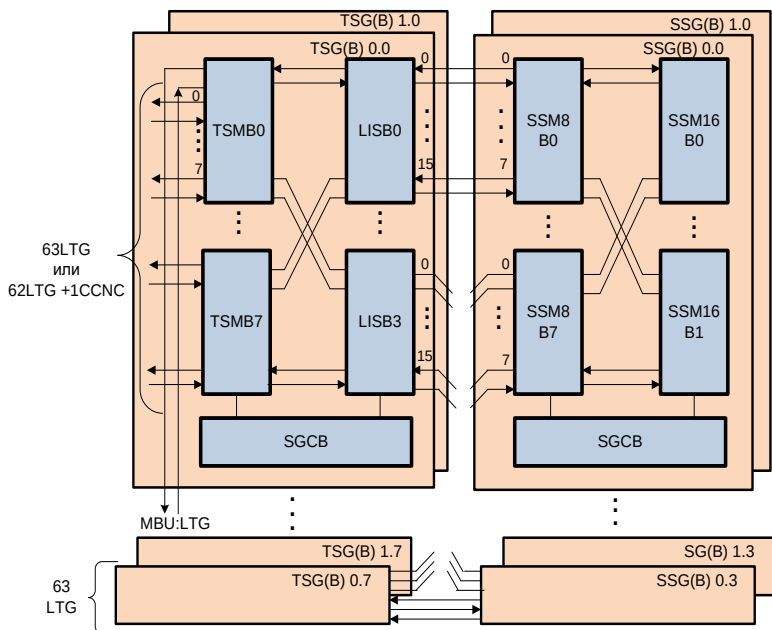


Рис. 2 – Структурная схема КП SN(B) на 504 LTG

Каждая плоскость на ступени пространственной коммутации содержит по четыре группы пространственной коммутации SSG: 0.1 – 0.3 и 1.1 – 1.3. Каждая коммутационная группа SSG содержит по 8 модулей пространственной коммутации SSM8B: SSM8B0 – SSM8B7 и по 2 модуля пространственной коммутации SSM16B: SSM16B0 и SSM16B1. В каждый модуль SSM8B включено по 8 внутренних ИКМ-линии для связи с модулями LISB и по 8 внутренних ИКМ-линии для связи с модулями SSM16B со скоростью 8,192 Мбит/с. Каждая коммутационная группа имеет свое управляющее устройство (контроллер) SGCB.

6.3 Структура коммутационного поля типа SN(D)

Коммутационное поле тип D (SN(D)) имеет очень высокие характеристики коммутационной емкости: интенсивность трафика 100 тыс. Эрл, 240 тыс. подключаемых портов, 1008 соединений с LTG. Для обеспечения надежности SN(D) имеет дублированную структуру: SN(D)0 и SN(D)1. Каждое соединение всегда проключается одновременно через обе стороны SN(D).

Различные емкости коммутационного поля типа SN(D) определяются количеством мультиплексоров коммутационного поля SNMUXA. В один мультиплексор SNMUXA можно включить до 126 LTG. Для SN(D) на 126 и менее групп LTG требуется только один мультиплексор коммутационного поля SNMUXA (рис. 3), который выполняет и функции мультиплексирования/демультиплексирования и функции коммутации.

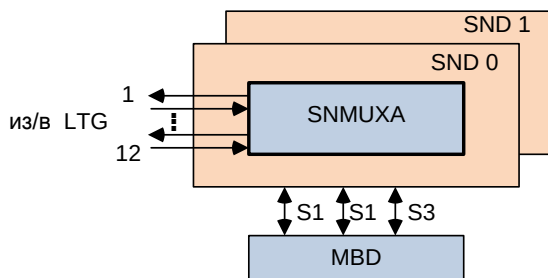


Рис. 3 - Структура коммутационного поля SN(D) на 126LTG

На рис. 4 приведено КП типа SN(D) на 252 LTG.

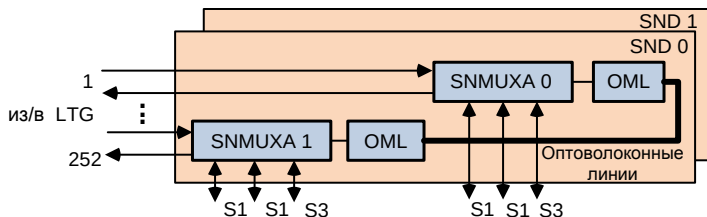


Рис. 4 – Структура SN(D) емкостью 252 LTG

В случае SN(D) на 252 LTG используются два мультиплексора коммутационного поля (SNMUXA0 и SNMUXA1). В такой конфигурации оба мультиплексора выполняют функции коммутации и мульт

типлексирования (мультиплексора/демультиплексора). Оба мультиплексора SNMUXA напрямую соединены друг с другом через блоки OML920 по оптоволоконным линиям со скоростью 920 Мбит/с.

При емкости от 253 до 2016 LTG в поле SN(D) используется до 16 мультиплексоров SNMUXA и одна коммутационная матрица SNMAT. Все мультиплексоры SNMUXA соединены непосредственно с SNMAT по оптоволоконным линиям с помощью интерфейсов 920 Мбит/с. В SN(D) на 504÷2016 LTG мультиплексоры SNMUXA выполняют функцию мультиплексирования, а SNMAT – функцию коммутации (рис. 5).

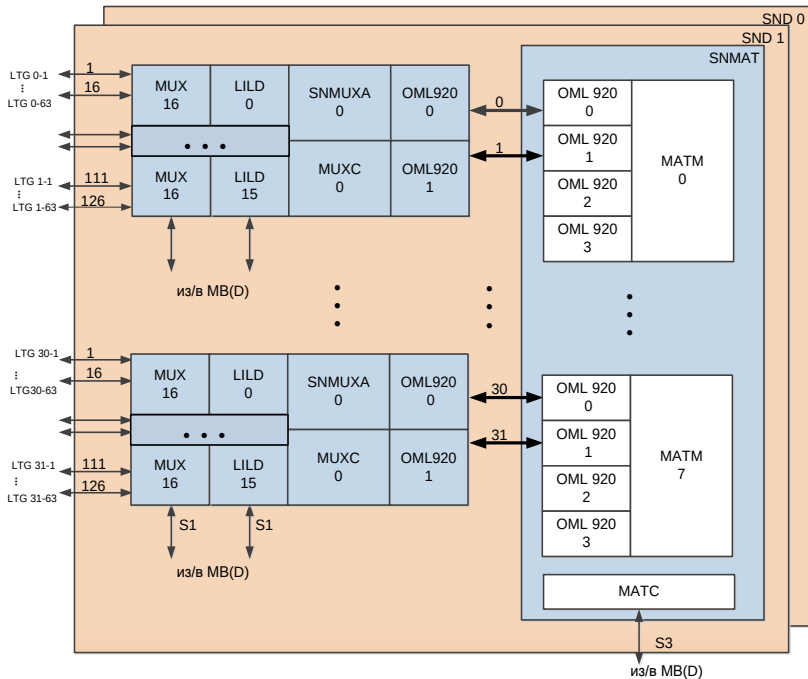


Рис. 5 - Структура поля SN(D) на 2016 LTG

Интерфейсы с SNMAT реализованы с использованием модулей OML920 в качестве оптических линий связи. В модуль LILD можно включить 16 линейных групп LTG. Модуль MUXC является управляющим модулем SNMUXA в SN(D). Матрица коммутационного поля SNMAT включает в себя до восьми модулей матрицы (MATM) и модуль контроллера матрицы (MATC). Каждому модулю матрицы

МАТМ назначается четыре модуля передатчика и приемника OML920. К одному модулю матрицы МАТМ можно подключить два мультиплексора SNMUXA. В табл. 2 приведена комплектация коммутационного поля SN(D) в зависимости от емкости.

Таблица 2 - Комплектация коммутационного поля SN(D)

Число LTG	0 ÷ 126	127 ÷ 252	253 ÷ 504	505 ÷ 1008	1009 ÷ 2016
Емкость SN(D)	126	252	504	1008	2016
Число SNMUXA	1	2	4	8	16
Число OML920	-	4	8 + 8	16 + 16	32 + 32
Число LILD	8	16	32	63	126
Число SNMAT	-	-	1	1	1
Число МАТМ	-	-	2	4	8

В версии V.15 EWSD при использовании коммутационного поля SN(D) и буфера сообщений MBD используется контроллер сигнализации ОКС №7 SSNC, который в коммутационное поле не включается. Он имеет свое коммутационное АТМ-поле (ASN), через которое подключается к координационному процессору СР и буферу сообщений MBD.

6.48 Расчет объема оборудования поля SN(B)

Необходимая структура и емкость коммутационного поля SN(B) определяется по суммарному числу линейных групп LTG, включенных в поле.

Для определения емкости коммутационного поля SN(B) следует определить общее число линейных групп LTGN:

$$K_{\text{LTGN}} = K_{\text{LTGN(B)}} + K_{\text{LTGN(C)}} + K_{\text{CCNC}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{LTGN(B)}}$ – число линейных групп LTGN с функцией В для подключения локальных и удаленных абонентских блоков DLU (определено на занятии 4),

$K_{\text{LTGN(C)}}$ – число LTGN с функцией С для подключения цифровых соединительных линий (определено на занятии 5),

$K_{\text{CCNC}} = 1$ – число контроллеров ОКС №7.

Так как на заданной ГСС имеются цифровые ОПС, то обмен информацией между этими ОПС осуществляется с помощью сигнализации ОКС №7, поэтому на проектируемой ОПС в случае использования коммутационного поля типа SN(B) необходимо наличие контрол-

лера сигнализации ОКБ №7 CCNC, а при использовании ЦКП SN(D) необходимо наличие модуля SSNC.

Число модулей TSMB равно:

$$K_{TSMB} = \left\lceil \frac{K_{\Sigma LTGN}}{8} \right\rceil. \quad (2)$$

Число коммутационных групп TSGB равно:

$$K_{TSGB} = \left\lceil \frac{K_{\Sigma LTGN}}{63} \right\rceil \quad \text{или} \quad K_{TSGB} = \left\lceil \frac{K_{TSMB}}{8} \right\rceil. \quad (3)$$

Число модулей LISB, SSM8B, SSM16B и число коммутационных групп SSGB определяется по формулам соответственно:

$$K_{LISB} = \left\lceil \frac{K_{TSMB}}{2} \right\rceil. \quad (4)$$

$$K_{SSM8B} = 2 \times K_{LISB}. \quad (5)$$

$$K_{SSM16B} = \left\lceil \frac{K_{SSM8B}}{4} \right\rceil. \quad (6)$$

$$K_{SSGB} = \left\lceil \frac{K_{SSM8B}}{8} \right\rceil. \quad (7)$$

6.5 Расчет объема оборудования поля SN(D)

Необходимая структура и емкость коммутационного поля SN(D) также определяется по суммарному числу линейных групп LTG, включенных в него.

В один мультиплексор SNMUXA можно включить 126LTG. Поэтому число SNMUXA определяется по формуле:

$$K_{SNMUXA} = \left\lceil \frac{K_{\Sigma LTG}}{126} \right\rceil. \quad (8)$$

В один интерфейсный модуль LILD можно включить 16LTG. Отсюда число модулей LILD равно:

$$K_{LILD} = \left\lceil \frac{K_{\Sigma LTG}}{16} \right\rceil. \quad (9)$$

В одной кассете F:SNMUXA расположено 8 модулей интерфейсов LILD.

К модульной кассете SNMUXA может быть подключено два модуля OML920, отсюда число модулей OML920 равно:

$$K_{OML920} = 2 \times K_{SNMUXA}. \quad (10)$$

К одному модулю матрицы MATM можно подключить два мультиплексора SNMUXA через четыре модуля OML 920. Отсюда число модулей MATM равно:

$$K_{\text{MATM}} = \left\lceil \frac{K_{\text{SNMUXA}}}{2} \right\rceil = \left\lceil \frac{K_{\text{OML920}}}{4} \right\rceil. \quad (11)$$

Практическое занятие №7

«АЛГОРИТМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ВЫЗОВОВ В СИСТЕМЕ EWSD»

1 Цель занятия

Изучение алгоритмов обслуживания различных типов вызовов в цифровой системе коммутации EWSD.

2 Литература

Цифровые системы коммутации для ГТС / под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008, стр. 81 – 86.

3 Контрольные вопросы

1. Поясните назначение основных функциональных блоков EWSD.
2. Перечислите этапы обслуживания следующих типов вызовов:
 - внутростанционного;
 - исходящего;
 - входящего;
 - транзитного.
3. Как реализуется в системе EWSD прием цифр номера по абонентским линиям шлейфным способом?
4. Как реализуется в системе EWSD прием цифр номера по абонентским линиям частотным способом DTMF?
5. Поясните процесс реализации в системе EWSD межстанционной сигнализации R1,5 (2BCK+MЧК).
6. Поясните процесс реализации в системе EWSD межстанционной сигнализации ОКС.№7.
7. Укажите, из каких функциональных блоков системы EWSD передаются следующие сигналы в абонентскую линию:
 - ответ станции;
 - посылка вызова;
 - контроль посылки вызова;
 - занято.
8. Укажите последовательность функциональных блоков системы EWSD, взаимодействующих при реализации следующих функций:
 - прием и анализ цифр номера по абонентской линии шлейфным способом;
 - прием и анализ цифр номера по абонентской линии частотным способом DTMF;

- прием цифр номера по соединительной линии и их анализ при сигнализации R1,5 (2ВСК+МЧК);
- передача цифр номера по соединительной линии при межстанционной сигнализации R1,5 (2ВСК+МЧК);
- передача и прием цифр номера по соединительной линии при межстанционной сигнализации ОКС№7.

9. Как осуществляется проверка разговорного тракта на участке от DLU до LTG?

10. Как осуществляется проверка разговорного тракта между двумя LTG через SN?

4 Задание

1. Для заданного типа соединения определить этапы обслуживания вызова в системе EWSD (табл. 1). Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки.

2. Для каждого этапа обслуживания вызова изобразить структурную схему системы EWSD с указанием функциональных блоков и путей передачи сигнальной и разговорной информации.

3. Для каждого этапа обслуживания вызова привести стрелочную диаграмму взаимодействия функциональных блоков системы EWSD.

Таблица 1. Варианты исходных данных

	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип соединения	внутр	исх	вход	транз	внутр	исх	вход	транз	внутр	исх
Передача цифр №Б	имп	част	–	–	част	имп	–	–	имп	част
Тип межстанционной сигнализации	–	R1,5	ОКС №7	R1,5/ОКС №7	–	ОКС №7	R1,5	ОКС №7/R1,5	–	ОКС №7
Исход вызова	неусп	усп	усп	усп	неусп	неусп	неусп	усп	неусп	неусп
Причина неуспешного вызова	Аб. Б занят	–	–	–	Аб. Б не отвечает	Аб. Б занят	Аб. Б не отвечает	–	Аб. Б заблокирован	Аб. Б не отвечает
Первым отбывает абонент	–	Б	А	Б	–	–	–	А	–	–

Сокращения: внутр – внутростанционное, исх – исходящее, вход – входящее, транз – транзитное, R1,5 – сигнализация 2ВСК+МЧК, усп – успешный, неусп – неуспешный, аб. Б – абонент Б

5 Содержание отчета

Для каждого этапа обслуживания вызова отчет должен содержать:

- 1) структурную схему системы EWSD с указанием путей передачи сигнальной и пользовательской информации;
- 2) описание этапа обслуживания вызова в виде стрелочных диаграмм взаимодействия функциональных блоков системы EWSD.

6 Методические указания

6.1 Алгоритм установления внутривызовного соединения

Этап 1. Вызов вызывающим абонентом А станции

При снятии абонентом А трубки в телефонном аппарате ТА_А (здесь и далее индексы А и Б в обозначении функциональных блоков указывают на сторону вызывающего и вызываемого абонентов соответственно) замыкается шлейф абонентской линии, что приводит к изменению состояния точки сканирования в абонентском комплекте SLCA_А. Процессор модуля SLMA SLMCP определяет это изменение и выдает через шину управления в контроллер блока DLU DLUC_А информацию о поступившем вызове и линейный номер SLCA_А (рис. 1). Контроллер DLUC_А выдает эту информацию через цифровой интерфейс DIUD_А и через LTU_А по отдельному общему каналу сигнализации (ОКС) в групповой процессор GP_А линейной группы LTG_А.

Групповой процессор линейной группы LTG_А GP_А определяет категорию вызывающей абонентской линии и услуг, преобразует линейный номер SLCA_А в программный, выбирает свободный временной интервал в ИКМ трактах, идущих к коммутационному полю SN, и посылает сообщение через буфер сообщений MBU:LTG в координационный процессор CP с информацией о вызове, программном номере SLCA_А и выбранном временном интервале. Координационный процессор CP отмечает в своей базе данных абонентскую линию вызывающего абонента А занятой.

Этап 2. Проверка разговорного тракта на участке от DLU_А до LTG_А.

Групповой процессор линейной группы LTG GP_А выбирает свободный канальный интервал в ИКМ тракте между DLU_А и LTG_А и сообщает по ОКС его номер в DLUC_А.

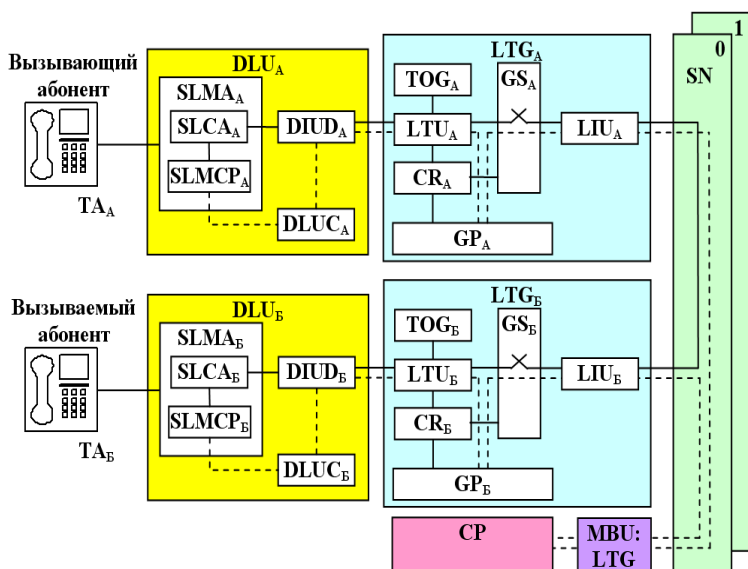


Рис. 1 – Схема обработки внутристанционного соединения

Процессор GP_A выдает команду в процессор $DLUC_A$, а $DLUC_A$ в процессор $SLMCP_A$ на замыкание испытательного тракта в $SLCA_A$. Процессор абонентского модуля $SLMCP_A$ выдает команду на замыкание испытательного тракта в $SLCA_A$, $SLCA_A$ замыкает абонентский шлейф и выдает сообщение об этом в $DLUC_A$, а $DLUC_A$ передает сообщение в GP_A . Процессор GP_A выдает команду на проключение соединения через групповой коммутатор GS_A от LTG_A до DLU_A и команду в сигнальный комплект SU на проверку исправности тракта соединения. Тональный генератор линейной группы TOG_A подключается к тракту передачи, а кодовый приемник CR_A – к тракту приема. TOG_A по разговорному временному интервалу выдает испытательный тональный сигнал, если CR_A его принимает, значит тракт исправен и кодовый приемник CR выдает соответствующий сигнал в групповой процессор GP_A .

Этап 3. Выдача сигнала «Ответ станции».

В случае успешной проверки GP_A выдает команду в $DLUC_A$, а $DLUC_A$ в $SLMCP_A$ на размыкание испытательного тракта и на подключение абонентской линии вызывающего абонента к разговорному тракту

через $SLCA_A$. Аналоговый телефонный аппарат может быть с импульсным или частотным набором номера. Если номеронабиратель телефонного аппарата абонента А DTMF (с частотным набором), то GP_A через GS подключает к разговорному временному интервалу CR . GP_A посылает команду в TOG выдать сигнал «Ответ станции» (OC). TOG_A выдает сигнал OC по разговорному временному интервалу в TA_A вызывающего абонента А частотой 420 Гц.

Этап 4. Прием цифр номера.

При частотном наборе номера двухчастотным кодом DTMF «2 из 8», соответствующие набираемым цифрам частоты поступают в кодовый приемник CR_A , а оттуда в GP_A . При шлейфном (импульсном, декадном) наборе номера замыкается и размыкается абонентский шлейф вызывающей абонентской линии соответствующее набранным цифрам число раз, при этом изменяется состояние точки сканирования в $SLCA_A$. Процессор модуля $SLMCP_A$ сообщает об этих изменениях в $DLUC_A$, а он через $DIUD$ по ОКС выдает сообщения в GP_A LTG_A . После приема 1-ой цифры GP_A выдает команду в TOG_A на отключение сигнала OC.

GP_A передает информацию о номере разговорного временного интервала и набранном номере абонента Б в координационный процессор CP через коммутационное поле SN и буфер сообщений $MBU:LTG$. CP анализирует набранный номер, определяет адресата запроса на вызов и идентифицирует тарифную зону. Процессор CP проверяет по своей базе данных свободу вызываемого абонента. Если вызываемый абонент занят, то запрос на вызов отклоняется и выдается сообщение о занятости вызываемого абонента Б в GP_A . GP_A выдает команду в TOG_A о выдаче абоненту А сигнала «Занято» (C3). При свободности вызываемого абонента Б CP выбирает тракт через коммутационное поле.

Этап 5. Проключение разговорного тракта через коммутационное поле.

Для установления абонентских соединений группа $LTGN$ имеет в своем распоряжении 127 канальных интервалов КИ (1 – 127) в каждом вторичном цифровом тракте SDC 8 Мбит/с. Соединения устанавливаются с помощью коммутационного поля SN .

Для каждого соединения требуется один канальный интервал в прямом направлении и один – в обратном направлении. Каждый из этих двух временных каналов имеет один и тот же канальный интервал в соответствующих ИКМ трактах 8 Мбит/с.

Исходящий вызов назначается каналному интервалу x , например, с помощью группы LTG, в то время как входящему вызову координационный процессор CP присваивает каналный интервал y . SN объединяет временные интервалы x и y во временном интервале z .

Группа LTG всегда передает и получает речевую информацию с обеих сторон коммутационного поля (SN0 и SN1). Обе стороны SN, таким образом, получают одинаковую пользовательскую информацию. Группа LTG передает речевую информацию только из активной стороны коммутационного поля соответствующему абоненту. Другая сторона SN отмечается как неактивная и в случае сбоя может немедленно осуществлять передачу и прием текущей пользовательской информации.

Если абонент Б свободен, CP определяет линейный номер DLU_Б, SLMA_Б, SLCA_Б и LTG_Б, выбирает одну из двух доступных DLU_Б линейных групп LTG_Б. Координационный процессор CP выдает команду в контроллер коммутационного поля SGC на проключение соединения для внутривысостанционной проверки СОС. В LTG_А к тракту передачи подключается TOG_А, а к тракту приема CR. В LTG_Б по команде из CP, выданной в GP_Б, через GS_Б замыкается шлейф между передающим и приемным трактами. Тональный генератор TOG_А по команде из GP_А выдает испытательный тональный сигнал, если тракт исправен, то CR_А этот тональный сигнал принимает.

При успешной проверке GP_А отключает TOG_А и CR_А, проключает соединение через GS_А и КП и сообщает об этом в GP_Б через SN.

Групповой процессор GP_Б выбирает свободный КИ в ИКМ тракте к DLU_Б и выдает номер этого КИ в процессор абонентского блока DLUC_Б и процессор абонентского модуля SLMCP_Б по ОКС.

Этап 6. Соединение на участке разговорного тракта от LTG_А до DLU_Б

Процессор SLMCP_Б выдает команду в SLCA_Б о проключении выбранного КИ к АК_Б. Групповой процессор GP_Б замыкает разговорный КИ через GS_Б и инициирует проверку разговорного тракта между LTG_Б и DLU_Б. Проверка данного участка разговорного тракта выполняется также, как и между LTG_А и DLU_А.

Процессор GP_Б выдает команду в процессор DLUC_Б, а DLUC_Б в процессор SLMCP_Б на замыкание испытательного тракта в SLCA_Б. Процессор абонентского модуля SLMCP_Б выдает команду на замыкание испытательного тракта в SLCA_Б, SLCA_Б замыкает абонентский шлейф и выдает сообщение об этом в DLUC_Б, а DLUC_Б передает сообщение в GP_Б. Процессор GP_Б выдает команду на проключение соединения через груп-

повой коммутатор GS_B от LTG_B до DLU_B и команду в сигнальный комплект SU на проверку исправности тракта соединения. Тональный генератор линейной группы TOG_B подключается к тракту передачи, а кодовый приемник CR – к тракту приема. TOG_B по разговорному временному интервалу выдает испытательный тональный сигнал, если CR его принимает, значит тракт исправен и кодовый приемник CR выдает соответствующий сигнал в групповой процессор GP_A .

Этап 7. Выдача сигналов «Посылка вызова» (ПВ) и «Контроль посылки вызова» (КПВ)

При успешной проверке GP_B выдает команду в $DLUC_B$ и $SLMCP_B$ на выдачу абоненту Б сигнала ПВ. В $SLCA_B$ через контакты реле ПВ к $АЛ_B$ подключается генератор вызывного тока $RGMG$ и абоненту Б выдается сигнал ПВ частотой 25Гц и напряжением 80 – 100В. GP_B подключает TOG_B к тракту передачи разговорного КИ и абонент А получает сигнал КПВ из LTG_B через SN , LTG_A и DLU_A .

Этап 8. Ответ вызываемого абонента и разговорное состояние

При ответе вызываемого абонента Б в его абонентском комплекте $SLCA_B$ изменяется состояние точки сканирования. Это определяет процессор $SLMCP_B$ и информацию об изменении передает в процессор $DLUC_B$. $DLUC_B$ отключает сигнал ПВ в $SLCA_B$ и информирует GP_B об ответе абонента Б. GP_B отключает сигнал КПВ и информирует GP_A об ответе абонента Б. GP_A начинает учет длительности соединения для дальнейшей тарификации вызова в CP .

Этап 9. Отбой и разъединение

При отбое со стороны одного из абонентов в его АК изменяется состояние точки сканирования. Процессор $SLMCP$ сообщает об этом процессору $DLUC$, а тот выдает сигнал «разъединения» в процессор GP своей линейной группы LTG , и он останавливает учет длительности разговора. Процессор GP выдает сигнал «разъединения» в групповой процессор линейной группы противоположного абонента, который подключает сигнал «Занято» ($C3$) из тонального генератора TOG оставшемуся на соединении абоненту и передает сигнал «подтверждения» исходному GP . Этот процессор освобождает КИ между DLU и LTG и передает сигнал «разъединения» и сигнал о конце тарификации в CP . При отбое вто-

рого абонента изменяется состояние точки сканирования в его абонентском комплекте. Процессор SLMCP информирует об этом процессор DLUC, а тот выдает сообщение в процессор GP, который отключает СЗ и освобождает разговорный тракт.

6.2. Алгоритм установления исходящего соединения в EWSD

Первые 3 этапа такие же, как при внутристанционном вызове. По принятому номеру Б процессор СР определяет, что соединение исходящее к другой станции, отыскивает в памяти характеристики данного направления (тип сигнализации, число передаваемых цифр номера и др.) и находит линейную группу LTG в требуемом направлении, свободный канальный интервал (соединительная линия СЛ) в исходящем тракте ИКМ. Информация о номере КИ и его занятии передается из СР в GP линейной группы LTG по полупостоянному соединению в коммутационном поле SN.

В зависимости от используемой системы межстанционной в исходящем направлении по разному передается номерная информация:

1. Сигнализация R1,5 (2BCK+MЧК).

По команде из процессора GP линейной группы LTG передается линейный сигнал «Занятие» по одному из выделенных сигнальных каналов (BCK) 16 КИ исходящего тракта ИКМ. Из противоположной станции по тому же BCK передается линейный сигнал «Подтверждение», который принимается GP. При передаче цифр номера методом «челнок» с противоположной станции приходит в разговорном КИ тракта ИКМ двухчастотный сигнал f_0f_1 - Запрос «Передать 1-ю цифру номера частотным способом». Этот сигнал принимается кодовым приемником СР, расшифровывается и запрос передается в GP. GP передает его в СР и СР дает команду в GP о передаче первой цифрой номера абонента Б. Первая цифра номера абонента Б на противоположную станцию передается в виде двухчастотной комбинации по разговорному КИ исходящего тракта ИКМ с помощью генератора TOG. Далее поступает запрос на следующую цифру номера Б и процесс передачи повторяется.

2. Общеканальная сигнализация ОКС№7.

Вся сигнальная информации (цифры номера абонента Б и другая необходимая информация) передается/принимается на/с противоположную станцию по звену ОКС№7 (в 16 КИ исходящего тракта ИКМ) по команде из СР с помощью управляющего устройства сети ОКС№7 CCNC через полупостоянное соединение в поле (рис. 2). СР и CCNC связаны многопроводным способом.

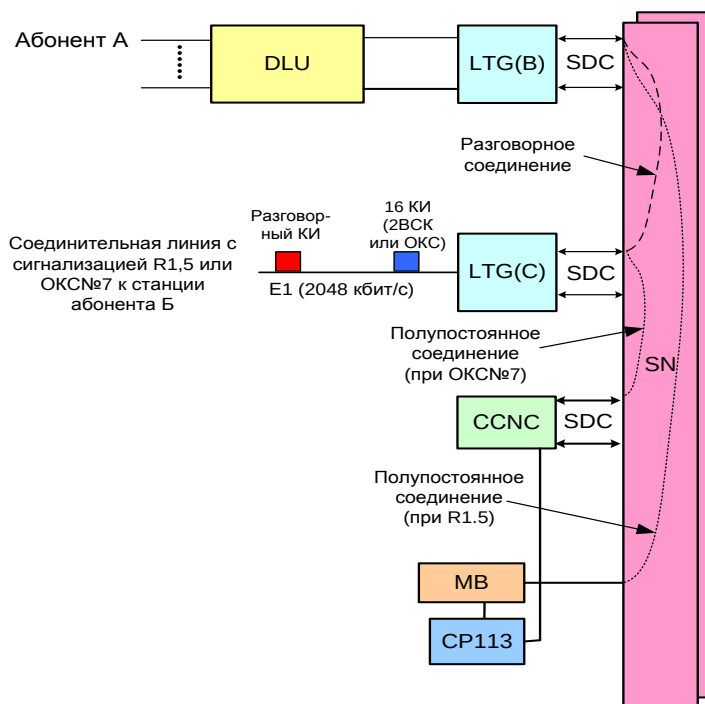


Рис. 2. Схема установления исходящего/входящего соединений в системе EWSD

Сигнал КИВ поступает с противоположной станции по разговорному соединению, которое проходит по цепочке АЛ – DLU – LTG – SN – LTG – СЛ.

Разъединение аналогично внутристанционному соединению. При отбое абонента А в исходящую СЛ передается линейный сигнал «Отбой вызывающего абонента». При отбое абонента Б с противоположной стороны приходит линейный сигнал «Разъединение» в одном из ВСК (это при сигнализации R1.5). При сигнализации ОКС№7 в звено ОКС передается или из него принимается сообщение «Разъединение» REL.

6.3. Алгоритм установления входящего соединения в EWSD

При сигнализации R1,5 (2ВСК+МЧК) линейный сигнал «занятие» из соответствующего ВСК входящего тракта ИКМ принимает процессор GP линейной группы LTG и передает его через полупостоянное соединение в поле SN в СР (см. рис. 2). СР определяет в памяти характеристики входящего направления, отыскивает свободный кодовый приемник CR в LTG и передает команду через GP на подключение его к разговорному КИ через временной коммутатор GS. Цифры номера абонента Б в виде двухчастотных комбинаций кода «2 из 6» поступают из входящего тракта ИКМ через соединение в GS в частотный приемник CR, где преобразуются в цифровой код и передаются в GP и далее в СР. Если используется метод «челнок», то запросы на противоположную станцию передаются из генератора TOG в виде двухчастотных комбинаций через соединение в коммутаторе GS линейной группы LTG и далее в разговорный КИ входящего тракта ИКМ.

При сигнализации ОКС№7 постоянно через поле к звену ОКС (16 КИ входящего ИКМ тракта) подключено управляющее устройство CCNC и оно получает всю информацию о входящем вызове в начальном адресном сообщении IAM, которая затем передается в СР.

Далее – как при внутристанционном соединении. Речевое соединение проходит по цепочке вх. ИКМ - LTG_А - SN - LTG_Б - DLU_Б- АЛ.

Разъединение – как при исходящем соединении.

6.4. Алгоритм установления транзитного соединения в EWSД

Процесс приема цифр номера абонента Б при транзитном соединении аналогичен подобному процессу при входящем соединении. После того, как СР получит цифры номера абонента Б из GP (при сигнализации R1,5 (2ВСК+МЧК)) или от блока CCNC (при сигнализации ОКС№7) и определит, что требуется транзитное соединение, он отыскивает в требуемом направлении линейную группу LTG и в ней выбирает свободный КИ в одном из трактов ИКМ (рис. 3). Далее процесс установления соединения – как при исходящей связи.

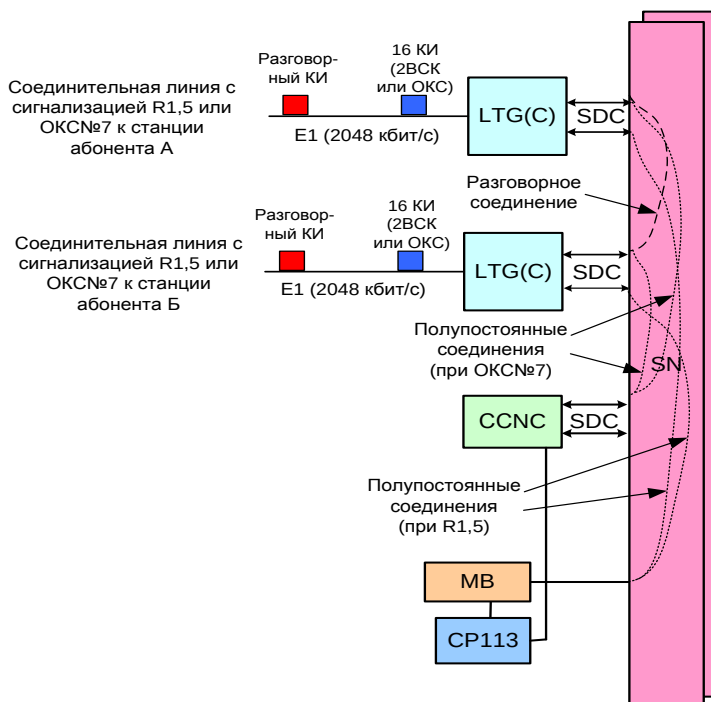


Рис. 3. Схема установления транзитного соединения в системе EWSD