

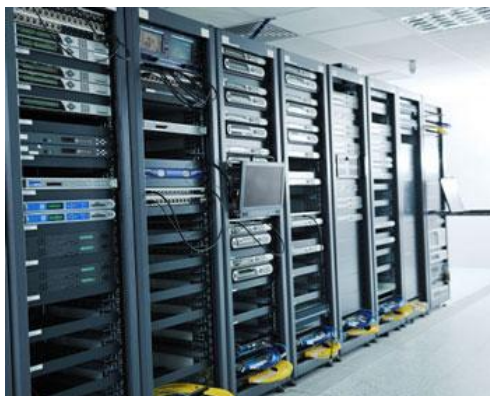
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра сетей и систем связи

А.В. РОСЛЯКОВ

Сети связи и системы коммутации

Методические указания к практическим занятиям
по направлению подготовки бакалавров 11.03.02
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
(профиль «Сети и системы радиосвязи»)



Самара
2019

УДК 621.395

ББК

Р75

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

Рецензент

Заведующий кафедрой «Радиоэлектронных систем»
ФГБОУ ВО ПГУТИ д.ф.-м.н., доцент Ключев Д.С.

Росляков, А.В.

Р75 Сети связи и системы коммутации. Методические указания к практическим занятиям по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Сети и системы радиосвязи») [Текст] / А.В. Росляков. – Самара: ПГУТИ, 2019. – 65 с.

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Сети и системы радиосвязи») и предназначены для студентов 3 курса дневного отделения факультета Телекоммуникаций и радиотехники для практических занятий по дисциплине «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»....	18
Практическое занятие №3 «ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И СИСТЕМА НУМЕРАЦИИ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ».....	24
Практическое занятие № 4 «РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УЗЛА КОММУТАЦИИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ EWSD».....	36
Практическое занятие № 5 «ПРОЦЕССЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ В ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ ОКС№7».....	49
Практическое занятие №6 «ПРОЦЕССЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ В СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ NGN НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА SIP».....	54
Практическое занятие №7 «РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ СЕТИ NGN».....	59

ВВЕДЕНИЕ

Целью цикла практических занятий по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Сети и системы радиосвязи») 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).

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!

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.

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

2. Расчет числа и характеристик мультиплексоров/ демультиплексоров, характеристик управляющей памяти каждого мультиплексора/демультиплексора.

3. Описание реализации двухсторонней связи в пространственном коммутаторе.

По заданию 2:

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.

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.

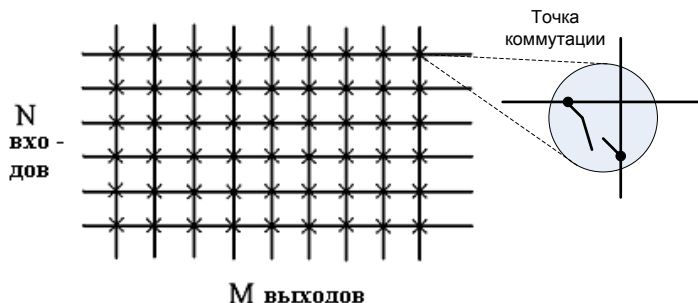


Рис. 1 - Полнодоступная коммутационная схема (коммутатор)

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.

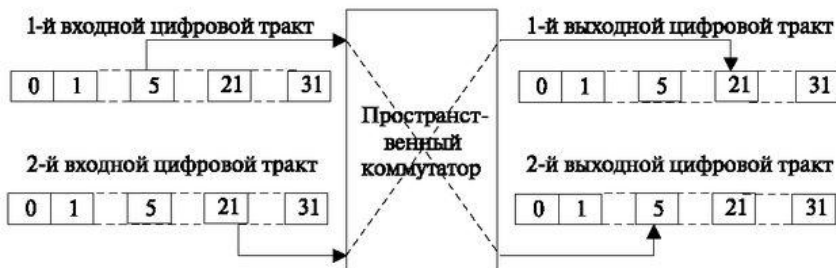


Рис. 2 – Работа пространственного коммутатора цифровых каналов

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 -вре-

менных 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.

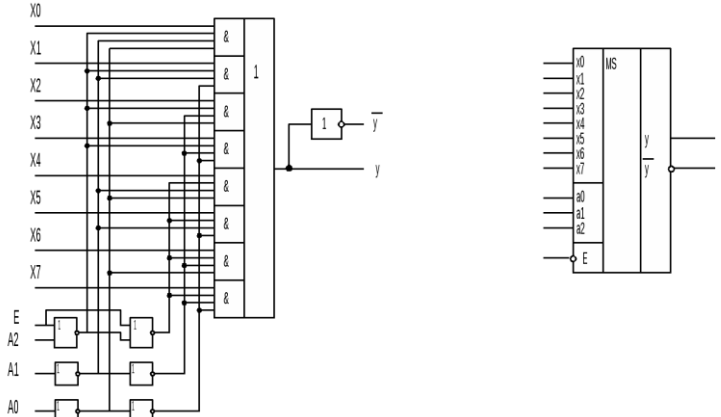


Рис. 3 - Мультиплексор на 8 входов: логическая схема и обозначение

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.

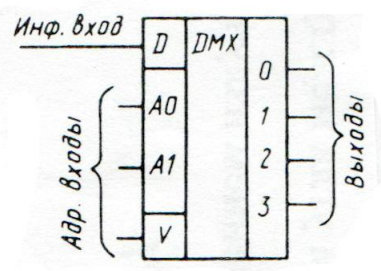


Рис. 4 – Демультиплексор на 4 выхода

На рис. 5 представлена структурная схема ПК 8х16, реализованная на мультиплексорах.

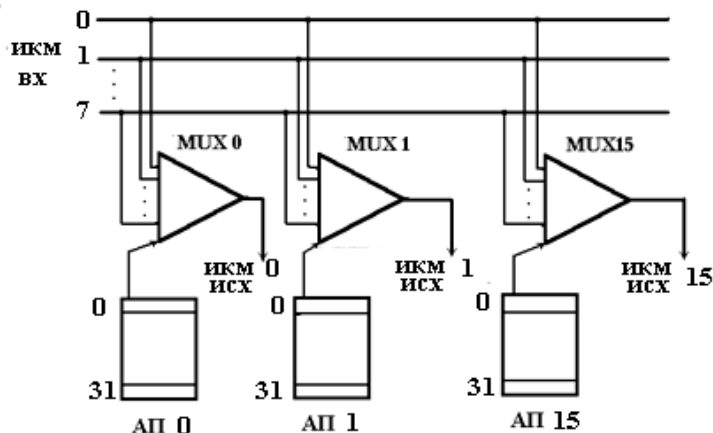


Рис. 5 - Схема пространственного коммутатора 8х16 на мультиплексорах

Такой ПК управляется по входу. Схема имеет 16 мультиплексоров, у которых соответствующие входы запараллелены. С каждым мультиплексором связана своя адресная память (АП), в ячейки которой информацию 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, соответствующей 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.

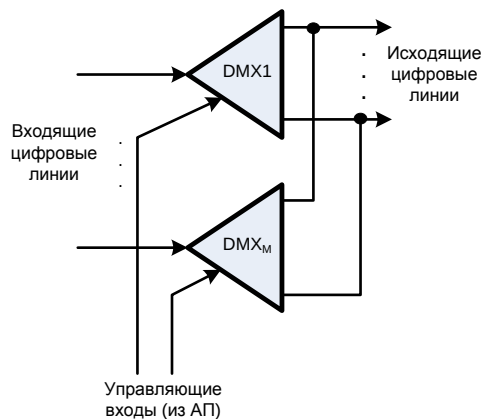


Рис. 6 - Схема пространственного коммутатора на демультиплексорах

Пространственный коммутатор может управляться и по выходу. В этом случае для реализации точек коммутации в ПК используются демультиплексоры (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 демультиплексора 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 демультиплексоров 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 входящий 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 закреплен за каналным интервалом i входящей ИКМ-линии, а абонент В за каналным интервалом j исходящей ИКМ-линии. Изменение порядка следования одного каналного 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 каналных интервалов или перемещении информации из канала в канал).

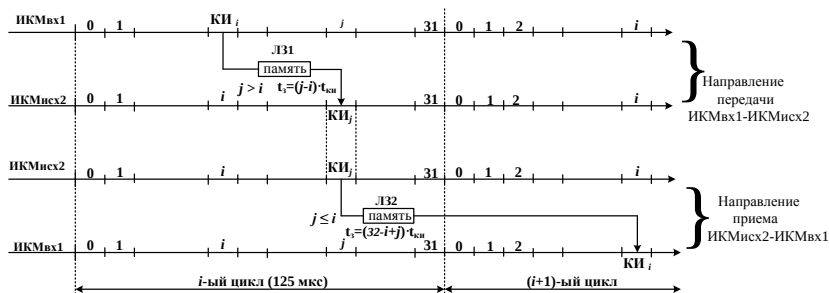


Рис. 7 – Принцип временной коммутации

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 ($N_j = N_i$) 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.

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).

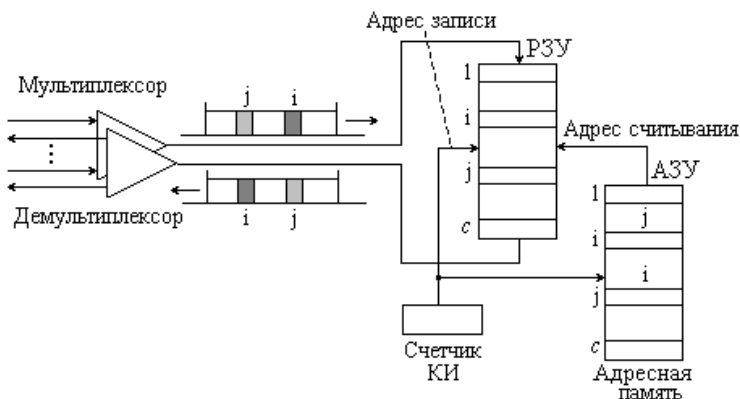


Рис. 8 - Структурная схема временного коммутатора

Считывание этой информации в исходящий тракт производится в соответствии с информацией, записанной в адресном запоминающем устройстве (АЗУ). Опрос этой памяти также производится по такто-

вым 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 чтение;
- 2) произвольная запись и последовательное чтение.

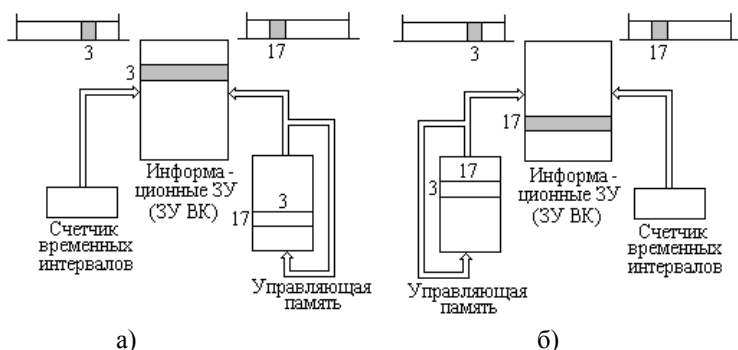


Рис. 9 Способы работы временного коммутатора:

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

На рисунке 9 показан принцип работы временной коммутации для обоих способов управления с иллюстрацией способа доступа к памяти при передаче информации из КИ №3 в КИ №17. Заметим, что оба способа работы звена временной коммутации используют циклическую управляющую память, доступ к которой осуществляется синхронно с работой счетчика временных интервалов (КИ).

Согласно первому способу работы звена временной коммутации, показанному на рис. 9а, определенные ячейки памяти закрепляются за соответствующими канальными интервалами (КИ) входящего тракта ИКМ. Информация каждого входящего КИ запоминается в последовательных ячейках памяти, 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 ЗУ. При выдаче информации из ЗУ управляющая информация, поступающая из адресной памяти, определяет адрес считывания информации для заданного КИ. Как уже было указано, семнадцатое слово адресной памяти содержит число 3, т.е. содержимое ЗУ звена временной коммутации (ЗУ ВК) по адресу 3 должно быть прочитано и передано по исходящему тракту в течение КИ №17.

Второй способ работы звена временной коммутации, показанный на рисунке 9б, является противоположностью первого. Поступающая на вход информация записывается в ячейки ЗУ в соответствии с адресом, хранящимся в адресной памяти; однако считывание информации производится последовательно ячейка за ячейкой под управлением счетчика канальных интервалов. Как показано в данном примере, информация, принятая в течение канального интервала 3, записывается непосредственно в ЗУ ВК по адресу 17, откуда автоматически считывается в исходящий канал с номером 17 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 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 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 3-х звенная 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.

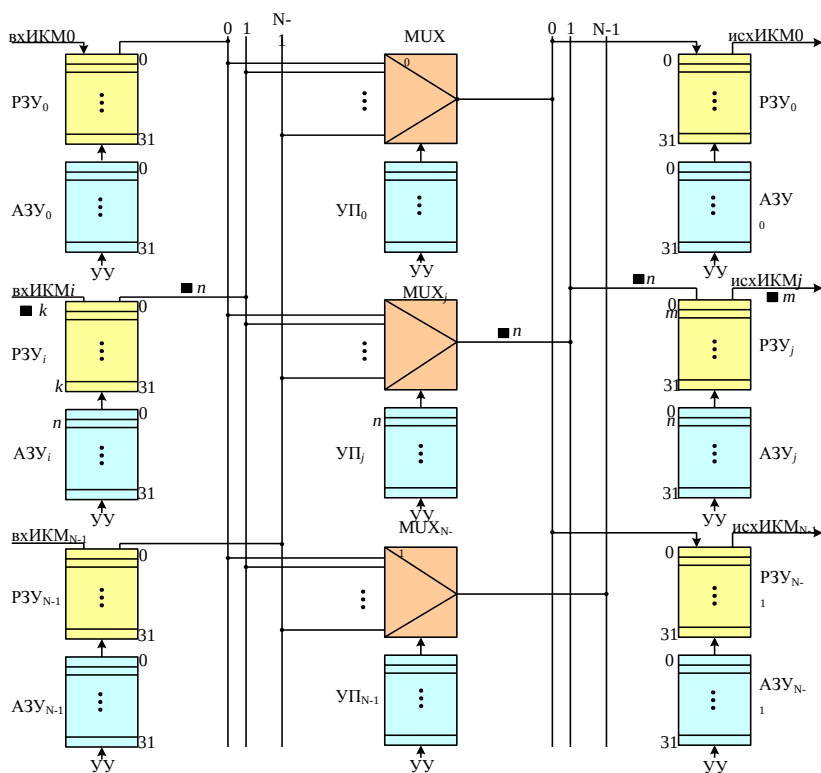


Рис. 2 – Реализация схемы В-П-В на $N \times N$ линий ИКМ

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.

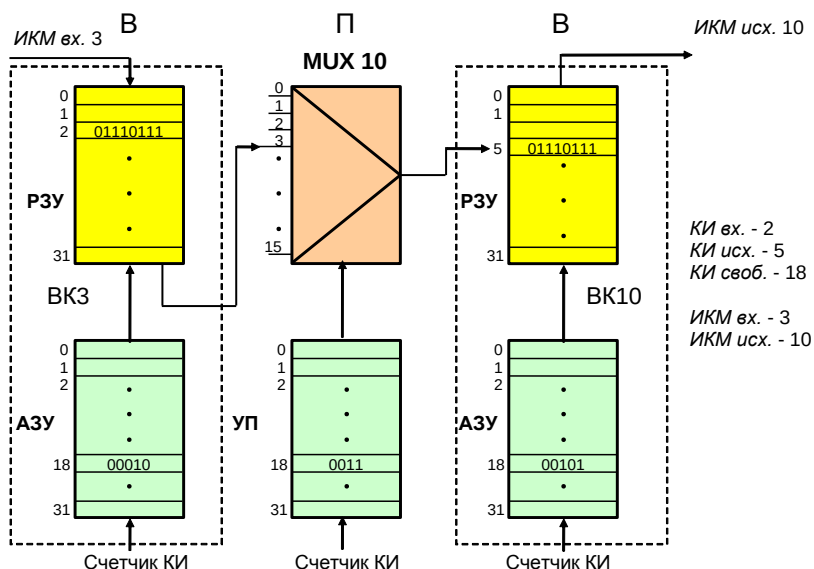


Рис. 3 - Пример коммутации в поле В-П-В (показана часть поля)

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 мультиплексоров (вход N исходящей ИКМ).

В это же самое время КИ=18 промежуточной линии считывается содержимое 18 ячейки УП мультиплексора 10 (номер ячейки соответствует номеру сводного КИ, номер мультиплексора соответствует номеру исходящей ИКМ линии), которое определяет номер входа 5 в мультиплексоре, 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 мультиплексоре 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

«ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И СИСТЕМА НУМЕРАЦИИ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ»

1 Цель занятия

Изучение структуры телефонных сетей связи общего пользования, схем организации связи и системы телефонной нумерации, используемой на Единой сети электросвязи Российской Федерации (ЕСЭ РФ).

2 Литература

Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ-Петербург. 2010. - С. 39-52.

3 Контрольные вопросы

1. Какую архитектуру имеет телефонная сеть общего пользования на ЕСЭ РФ?
2. Какие узлы коммутации используются на различных уровнях телефонной сети ЕСЭ РФ?
3. Как реализуется международная связь на ЕСЭ РФ?
4. Через какие узлы коммутации устанавливается междугороднее телефонное соединение на ЕСЭ РФ?
5. Какие структуры имеют городские телефонные сети? В чем их отличие?
6. Как строятся сельские телефонные сети?
7. Укажите особенности построения сетей подвижной связи.
8. В чем отличие географической и негеографической зон нумерации?
9. Поясните структуру национального плана нумерации телефонной сети связи.
10. Какие префиксы применяются в плане набора номера на телефонной сети общего пользования РФ в настоящее время? Как они изменятся в перспективе?
11. Что входит в состав зонального номера абонента?

4 Задание

Изобразить схему телефонного соединения исходящего и входящего абонентов с указанием узлов коммутации в сети и используемых в них цифр набираемого номера в соответствии с индивидуальным вариантом (табл. 1). Номер варианта соответствует последней цифре зачетной книжки студента.

Таблица 1. Варианты исходных данных

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип исходящей сети	Район ГТС	ГТС с ТС	СТС	Район ГТС	СТС	Район ГТС	ГТС с ТС	СТС	ГТС с ТС	Сотовая
Узел подключения исходящего абонента	ОПС	РАТС	ЦС	ОПС	УС	УПАТС	ОПС	ОС	ОПС	Абонент с федеральным номером
Тип входящей сети	СТС той же зоны нумерации	Район. ГТС той же зоны нумерации	Сотовая	СТС другой зоны нумерации	СТС той же зоны	ГТС с ТС другой зоны нумерации	СТС другой зоны нумерации	Район. ГТС другой зоны	Сотовая	СТС той же зоны нумерации
Узел подключения входящего абонента	УС	ОПС	Абонент с федеральным номером (друга зона)	ОС	ЦС	ОПС	ЦС	УПАТС	Абонент с федеральным номером (другая зона)	УС

Условные обозначения:

ГТС – городская телефонная сеть, район. ГТС – районированная ГТС с 5-ти значной нумерацией, ОПС – опорная станция, ТС – транзитная станция, СТС – сельская телефонная сеть, ЦС – центральная станция, УС – узловая, станция, ОС – оконечная станция, УПАТС – учрежденческо-производственная АТС.

5 Содержание отчета

Отчет должен содержать схему организации связи исходящего и входящего абонентов с указанием узлов коммутации ЕСЭ РФ, участвующих в соединении, и используемых в них цифр набираемого номера.

6 Методические указания

6.1. Структура междугородной сети ЕСЭ РФ

ЕСЭ РФ содержит следующие телефонные сети общего пользования (рис. 1):

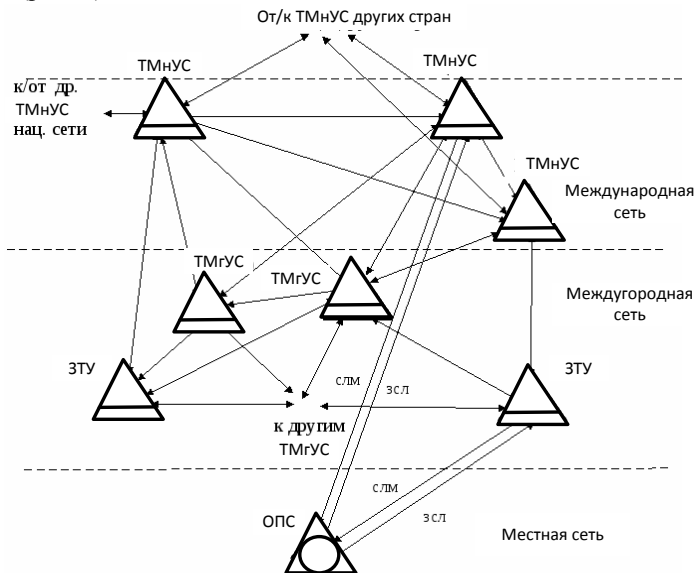


Рис. 1 Структура международной и междугородной телефонных сетей ЕСЭ РФ

1. Сеть международной телефонной связи – она предназначена для выхода на международные сети и включает транзитные международные узлы связи ТМнУС.
2. Сеть фиксированной междугородной телефонной связи – обеспечивает связь между различными зонами семизначной нумерации с географическими кодами АВС. Содержит 8 транзитных между-

городных узлов связи (ТМгУС), связанных по принципу «каждый с каждым» и около 100 оконечных зоновых транзитных узлов (ЗТУ), расположенных, как правило, в центрах субъектов федерации.

3. Сети зоновой (внутризоновой) телефонной связи – организуются в зоне семизначной нумерации, которые, как правило, совпадают с территорией субъекта Российской Федерации. Зоновые сети связывают местные сети одной зоны семизначной нумерации с междугородной сетью.

4. Сети подвижной связи – аналогичны междугородной фиксированной сети, но работают в негеографических зонах нумерации DEF. Используются транзитные территориальные и локальные центры коммутации (ТЦК и ЛЦК), а также оконечные центры коммутации подвижной связи (ЦКПС).

5. Сети местной телефонной связи - обеспечивают связь на территории городов (городские телефонные сети, ГТС) или сельских административных районов (сельские телефонные сети - СТС). На ГТС используются опорные, транзитные и опорно-транзитные станции. На СТС используются центральные станции ЦС и оконечные станции ОС.

6.2 Принципы построения городских телефонных сетей

Различают три типа городских телефонных сетей:

1. *Нерайонированная ГТС.* Сеть строится на базе одной опорной станции (ОПС). Емкость сети определяется емкостью используемого узла коммутации. Нумерация пятизначная. Исходящие соединения на ЗТУ осуществляются по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ), входящие – по соединительным линиям междугородным (СЛМ) (рис. 2).

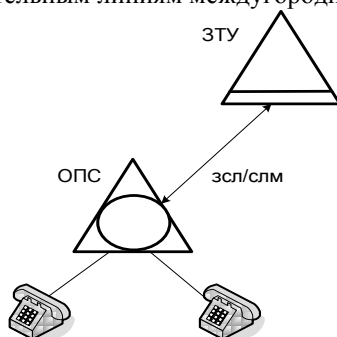


Рис. 2 – Нерайонированная ГТС

2. *Районированные ГТС.* Территория города делится на отдельные районы, в каждом районе устанавливается по одной ОПС и они связаны между собой по принципу «каждая с каждой». Каждая из ОПС имеет выход на ЗТУ (рис. 3). Нумерация 5-ти значная.

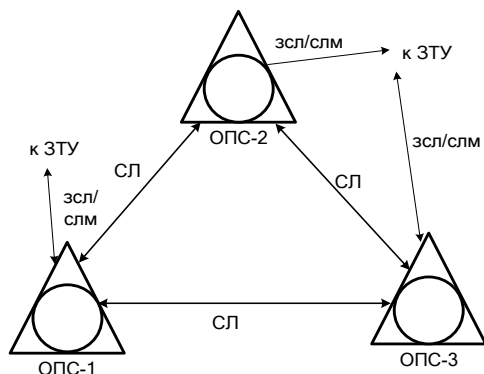


Рис. 3 – Районированная ГТС

3. *ГТС с транзитными узлами (ТУ).* Вся сеть разбивается на узловые районы, в каждом из которых устанавливается по одному транзитному узлу. Связь между ОПС в пределах одного узлового района осуществляется по принципу «каждая с каждой», а между ОПС разных районов – через их ТУ (рис. 4). Нумерация 6 или 7 значная.

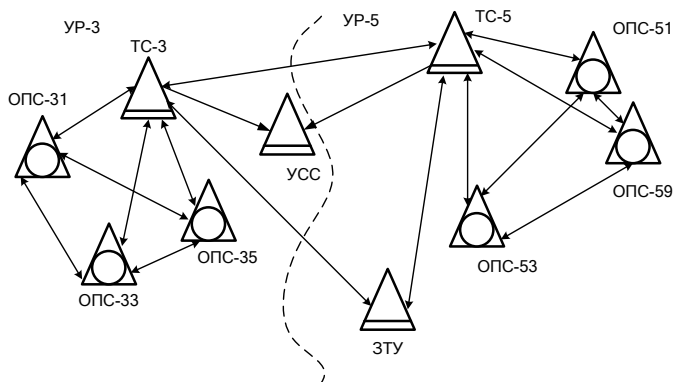


Рис. 4 - ГТС с УВС

Абоненты технологических (ведомственных) сетей включаются в учрежденческо-производственные АТС (УПАТС). Для выхода на городскую и междугороднюю телефонную сеть УПАТС включаются в ОПС по СЛ. При этом абонентам УПАТС выделяется номерной ресурс данной ОПС.

6.3 Принципы построения сельских телефонных сетей

Сельские телефонные сети (СТС) строятся на территории сельского района и имеют радиальную или радиально-узловую структуру. Всегда на СТС в районном центре устанавливается одна центральная станция (ЦС). Она обеспечивает выход на ЗТУ областного центра через зонную сеть.

При *радиальной структуре* СТС (рис. 5) в ЦС включаются оконечные станции, расположенные во всех населенных пунктах сельского административного района.

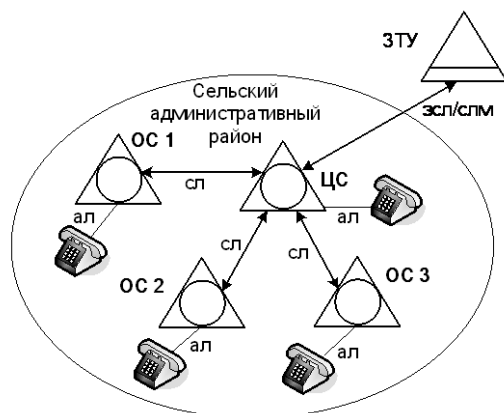


Рис. 5 - Радиальная структура СТС

При *радиально-узловом способе построения СТС* в крупных населенных пунктах устанавливаются узловые станции (УС) (рис. 6).

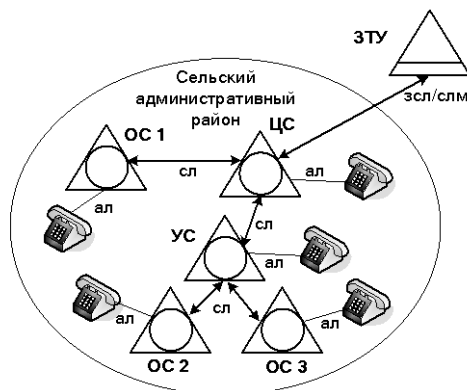


Рис. 6 – Радиально-узловая структура СТС

6.4 Принципы построения сетей подвижной связи

Сеть подвижной связи (СПС) стандарта GSM состоит из системы сетевой коммутации NSS (Network Switching System), системы базовых станций BSS (Base Station System) и мобильных телефонов абонентов MS (Mobile Station) (рис. 7).

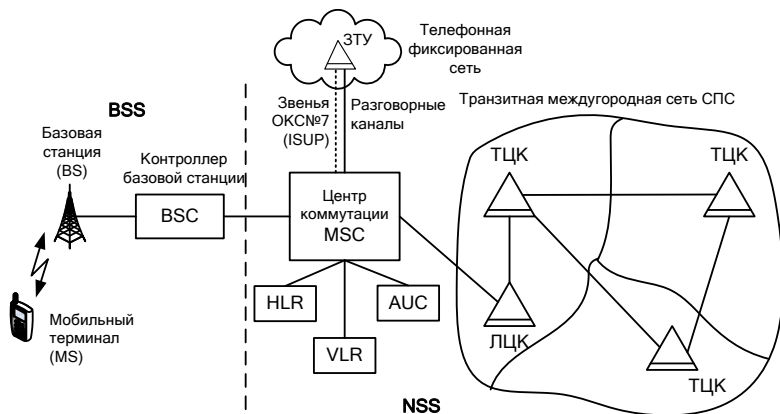


Рис. 7 – Фрагмент транзитной сети СПС стандарта GSM

Система NSS служит для обслуживания вызовов и коммутации соединений, а также предоставление услуг абоненту. NSS состоит из:

- центра коммутации мобильной связи (MSC);

- домашнего регистра местоположения (HLR);
- визитного регистра местоположения (VLR);
- центра аутентификации (AUC).

Система BSS выполняет все функции радиоинтерфейса и включает в себя функциональные блоки:

- контроллер базовых станций (BSC);
- базовую станцию (BTS).

Центр коммутации мобильной связи (MSC) является главным элементом сети GSM и осуществляет контроль за BTS и BSC в своей зоне обслуживания. MSC устанавливает соединения между абонентами сети, а также осуществляет соединения с другими мобильными и стационарными сетями.

Домашний регистр местоположения (HLR) хранит информацию об абонентах (перечень подключенных услуг, текущее состояние, местоположение и др.), которые относятся к данному MSC.

Визитный регистр местоположения (VLR) содержит информацию об активных абонентах в зоне обслуживания конкретного MSC. К ней относятся данные о домашних абонентах данного MSC и абонентах, для которых этот MSC является гостевым. Источником информации для VLR является HLR домашней сети.

Центр аутентификации (AUC) служит для идентификации абонентов и предотвращения несанкционированного доступа в сеть. При включении телефона, совершении звонка, отправке SMS и т.п. MSC в обязательном порядке выполняет процедуру аутентификации на основании информации полученной из AUC и MS.

Контроллер базовых станций (BSC) представляет собой коммутатор большой емкости, который предназначен для управления всеми функциями радиоканалов в сети GSM (хэндовер MS, назначение радиоканала и получение информации о конфигурации сот). Под управлением каждого MSC может находиться несколько BSC.

Базовая станция (BTS) управляет радиосвязью с телефоном абонента. BTS состоит из приемо-передатчиков и антенн, которые требуются для обслуживания каждой соты.

Транзитная междугородная сеть СПС на ЕСЭ РФ строится с использованием территориальных центров коммутации (ТЦК). ТЦК располагаются по одному в каждом регионе и связаны между собой по принципу «каждый с каждым». В отдельных областных центрах построены оконечные центры – локальные центры коммутации (ЛЦК). По выполняемым функциям ТЦК – это аналог ТМГУС, а ЛЦК – ЗТУ. В тех городах, где нет ЛЦК, выход на ближайшие ТЦК или ЛЦК может осуществляться по арендованным междугородным каналам.

6.5 Национальный план нумерации телефонной сети связи Российской Федерации

Номер - десятичное число, последовательность цифр в котором определена специальным планом нумерации. Номер может иметь национальный или международный формат. Составной частью номера является *код (коды)*, который используется для идентификации в номере какого-либо признака (например, для идентификации сети связи какой-либо страны).

План нумерации - формат и структура номеров, используемых в данном плане. План нумерации можно разделить на *международный план нумерации* и *национальные планы нумерации*.

Международным планом нумерации каждой конкретной стране или группе стран присвоен код, называемый *кодом страны*.

Весь мир был разбит по географическому принципу на 9 зон, отличавшихся значением первого знака в коде стран:

«1» - зона стран Северной и Центральной Америки;

«2» - зона стран Африки;

«3» и «4» - зона стран Европы и бассейна Средиземного моря;

«5» - зона стран Южной Америки;

«6» - зона стран Австралии и Океании;

«7» - зона СССР (в настоящее время – Россия и Казахстан);

«8» - зона стран Азии и Дальнего Востока;

«9» - зона стран Азии и Ближнего Востока.

Под национальным планом нумерации понимается реализация международного плана в конкретной стране, группе стран.

Международный номер в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Е.164 может содержать до 15 цифр и включает код страны и *национальный (значащий) номер* (рис. 8). В него входит междугородный код, который характеризует зоны нумерации внутри страны, и номер абонента, однозначно определяющий точку подключения абонентского терминала в зоне нумерации внутри страны.

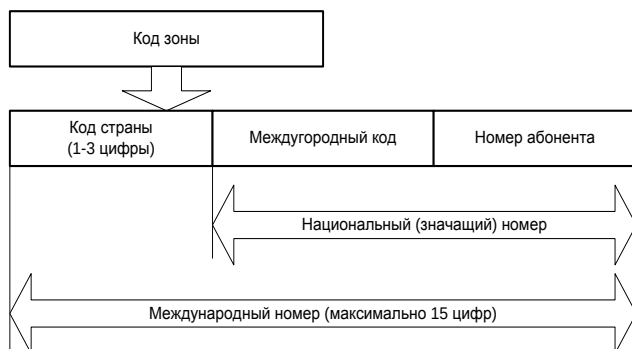


Рис. 8 - Структура международного номера МСЭ-Т Е.164

Национальный план нумерации Российской Федерации является составной частью плана нумерации 7-й зоны Всемирной нумерации. План нумерации построен по зоновому принципу, согласно которому каждой зоне нумерации назначается свой трехзначный код. В плане нумерации введены понятия географических зон нумерации (код с условным обозначением ABC) и негеографических зон нумерации (код вида DEF), а также коды выхода к спецслужбам (0X, в перспективе - 1UV) и коды, используемые в технологических целях. Структура национального плана нумерации телефонной сети связи Российской Федерации приведена на рис. 9.

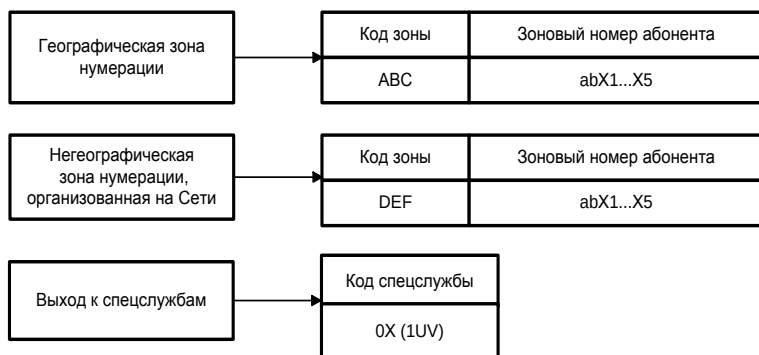


Рис. 9 - Структура национального плана нумерации телефонной сети связи РФ

Префикс - это десятичное число, состоящее из одной или нескольких цифр, позволяющее выбрать различные форматы номеров, сетей и/или служб. Префикс не входит в состав номера.

В плане набора номера на телефонной сети общего пользования Российской Федерации в настоящее время применяются следующие префиксы:

- *международный префикс* (Пмн) - 8-10;
- *национальный префикс* (Пн) - 8;
- *местный префикс* (Пм) - устанавливается оператором связи, преимущественно применяются префиксы 0 и 9.

В перспективе в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т планируется введение Пмн=00 и Пн=0.

В пределах одной местной или внутризонавой телефонной сети должен применяться единый план набора номера для всех операторов связи.

Географические зоны нумерации с кодом АВС образуются на территории каждого субъекта Российской Федерации. В регионах, на отдельных территориях которых сконцентрирована крупная телефонная емкость, возможно создание дополнительных географических зон нумерации с присвоением кодов АВС. Например, на территории Самарской области (код АВС=846) создана зона нумерации Тольятти, которой присвоен отдельный код (АВС=848). При полном использовании ресурса кода АВС географической зоны в дополнение к существующей вводится вторая географическая зона нумерации для той же территории с новым кодом АВС. Использование в качестве «А» цифр «0», «1», «2» недопустимо.

При внутризонавых соединениях все операторы фиксированной связи России используют закрытый план нумерации с 10-ти значным номером, при котором абоненты любого региона страны должны использовать схему набора, принятую у абонентов сотовых сетей с федеральными номерами. То есть схема набора выглядит так:

8-АВС-ККх-хх-хх,

где в зависимости от величины населенного пункта, одна или две первых цифры (КК) семизначной части номера могут обозначать код поселения. Исключением являются лишь города с семизначной нумерацией, для них действует географический код региона, в котором находятся эти города.

Абонентский номер местной сети географической зоны нумерации может иметь пять, шесть или семь знаков, т. е. иметь вид ХХХХХ, вХХХХХ, авХХХХХ. В последнем случае этот номер совпадает с зоновым. Все абоненты местной сети должны иметь одинаковый

по значности номер. В качестве первой цифры номера абонента в настоящее время *нельзя использовать* цифры «0» (используется для выхода к спецслужбам) и «8» (используется в качестве национального префикса), *в перспективе* - цифры «0» и «1».

Для нумерации абонентов городских и сельских телефонных сетей применяется только закрытая система нумерации.

Для связи с абонентами географической зоны нумерации применяется следующий план набора номера. Абоненты как своих (но не входящие в местную сеть вызываемого абонента), так и других зон нумерации (как географических, так и негеографических) набирают:

ПнАВСNзон.,

где: Пн - национальный (межзоновый) префикс;

АВС - код зоны нумерации;

Nзон. - зоновый номер абонента.

При закрытой системе нумерации абоненты местной телефонной сети для связи между собой набирают только абонентский номер местной сети.

В негеографических зонах нумерации применяется закрытая семизначная нумерация абонентов. Допускается создание групп абонентов, объединенных отдельным планом нумерации. При исходящей связи для осуществления вызова вне своей группы набирается префикс Пм.

Абоненты негеографической зоны нумерации для связи между собой используют следующий план набора авXXXXX. Разрешается также использование плана набора вида Пн DEFavXXXXX или плана набора вида Пмн7DEFavXXXXX (последний только при заказе абонентом соответствующей услуги). Вызов специальных и других служб осуществляется по такому же плану набора номера, как и в географических зонах.

Для вызова абонентов других зон нумерации используется план набора вида Пн АВСавXXXXX или Пн DEFavXXXXX.

Для связи с абонентами негеографической зоны нумерации абоненты других зон нумерации должны набирать Пн DEFavXXXXX.

Практическое занятие № 4

«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 международного 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 телефонной сети с локальным и удаленным включением абонентских линий (АЛ)
2	Транзитный междугородный узел связи (ТМГУС)
3	Транзитный международный узел связи (ТМнУС) с рабочими местами телефонисток (РМТ)
4	Транзитная станция (ТС) местной сети без включения АЛ
5	Зоновый транзитный узел с РМТ
6	ОПС местной телефонной сети с включением малых учрежденческо-производственных АТС (УПАТС) по АЛ
7	Опорно-транзитная станция (ОПТС) местной сети связи с локальным и удаленным включением АЛ
8	ОПС местной сети связи с включением крупных УПАТС по интерфейсу Е1
9	ОПС местной телефонной сети с включением сетей доступа через интерфейс V5.2
0	Зоновый транзитный узел с рабочими местами телефонисток и включением служебной УПАТС по интерфейсу Е1.

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 включение 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 на 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).

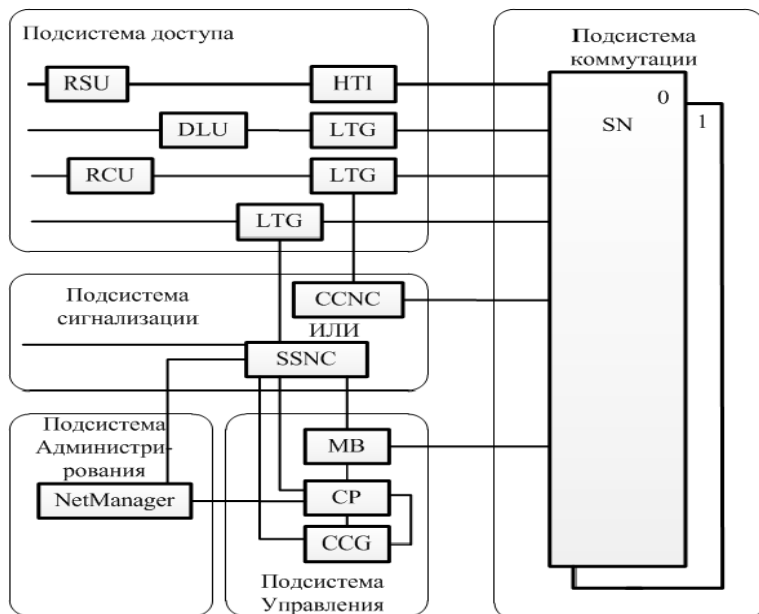


Рис. 1 - Основные функциональные подсистемы EWSD

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 межпроцессорные 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 на сети связи

На рис. 2 приведена схема возможных применений системы EWSD на сети связи. Транзитный международный узел связи (ТМнУС) с включенными в него рабочими местами телефонисток (PMT) используется для выхода на международную сеть. Междугородный транзитный узел связи (ТМгУС) служит на междугородной сети для передачи транзитных потоков междугородной нагрузки от/к

ЗТУ. Для подключения к местной городской сети используется зоно-
вый транзитный узел (ЗТУ). Для полуавтоматических соединений на
ЗТУ и ТМнУС используются рабочие места телефонисток (РМТ). В
качестве примера ГСС на рис. 2 показана кольцевая сеть на базе обо-
рудования 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 уве-
личивает структурную надежность сети. Для ввода/вывода цифровых
потоков Е1 от различных узлов сети в кольцо используются мультип-
лексоры ввода/вывода (МВВ) SDH уровней STM-N. В ОПС и ОПТС
могут быть включены выносные абонентские блоки RCU и RSU, а
также учрежденческо-производственные АТС (УПАТС) малой, сред-
ней и большой емкости.

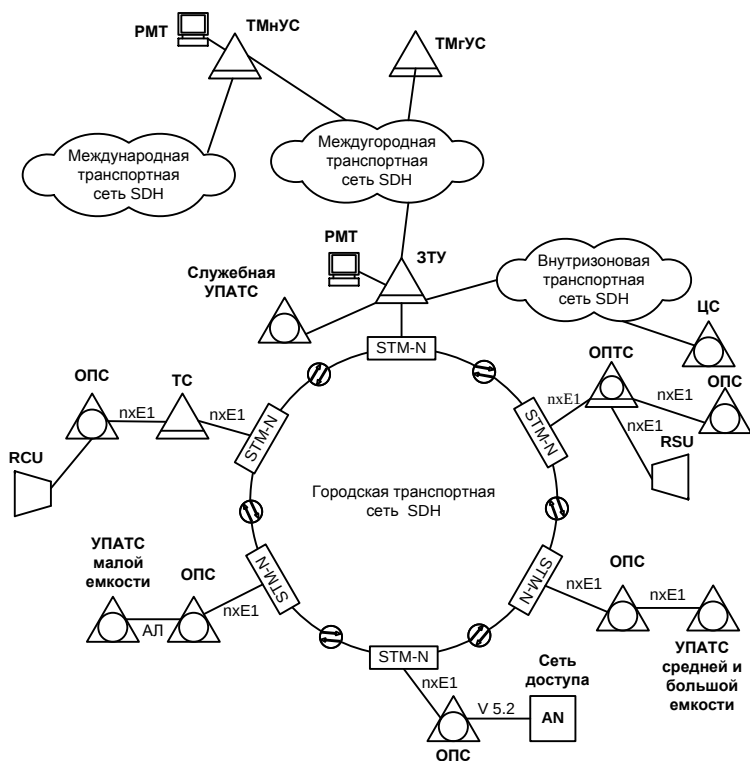


Рис. 2 – Схема возможных применений системы EWSD на сети связи

6.5 Способы включения в EWSD различных типов линий

В систему EWSD можно включить аналоговые и цифровые абонентские линии. Схемы подключения аналоговых (ААЛ) и цифровых (ЦАЛ) двухпроводных абонентских линий приведена на рис. 3.

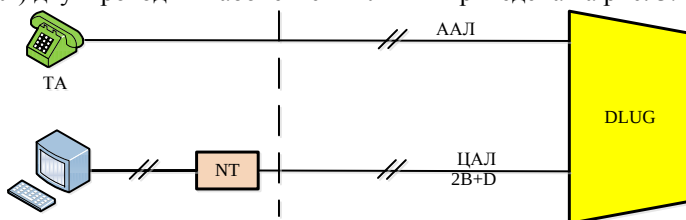


Рис. 3 – Схема подключения аналоговых и цифровых АЛ (ТА – аналоговый телефонный аппарат, ТЕ – цифровой абонентский терминал ISDN, NT – сетевое окончание ISDN)

Схема подключения офисных УАПТС малой емкости на 10 – 30 номеров по абонентскому интерфейсу приведена на рис. 4.

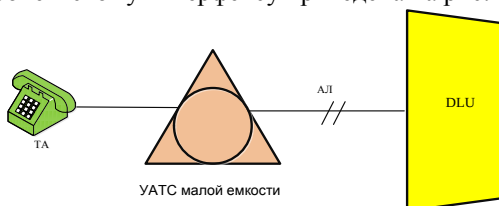


Рис. 4 – Схема подключения офисных УПАТС малой емкости

Схема подключения УАТС большой емкости и внесистемных сетей доступа AN приведена на рис. 5.

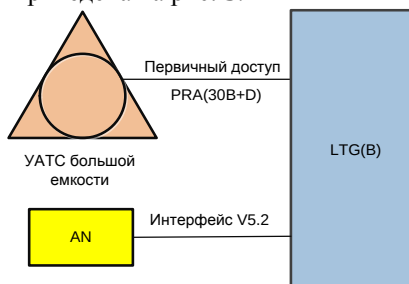


Рис. 5 – Схема включения УАТС большой емкости и сети доступа AN

Схема подключения цифровых СЛ и групповых трактов SDH на местных и междугородных сетях связи приведена на рис. 7. Для подключения к сетям SDH в системе EWSD могут использоваться встроенный в систему компактный синхронный мультиплексор SMA1K с линейными интерфейсами STM-1 (155 Мбит/с).

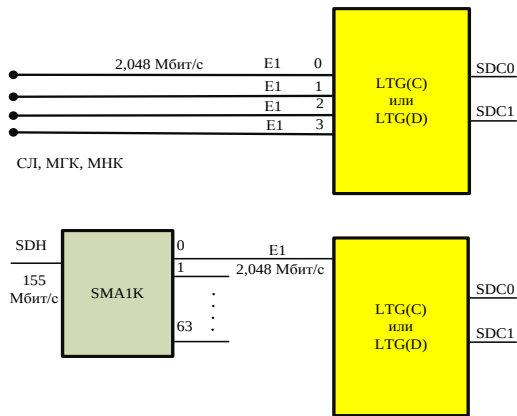


Рис. 7 – Схема подключения цифровых СЛ и групповых трактов SDH

Схема подключения внесистемной сети доступа AN через DLUV приведена на рисунке 8.

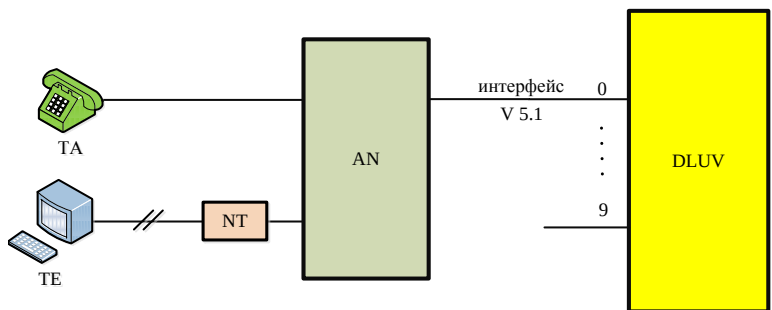


Рис. 8 - Схема подключения AN через DLUV

Схема подключения рабочих мест телефонисток (PMT) в специальный цифровой абонентский блок DLU-ADMOS приведена на рисунке 9.

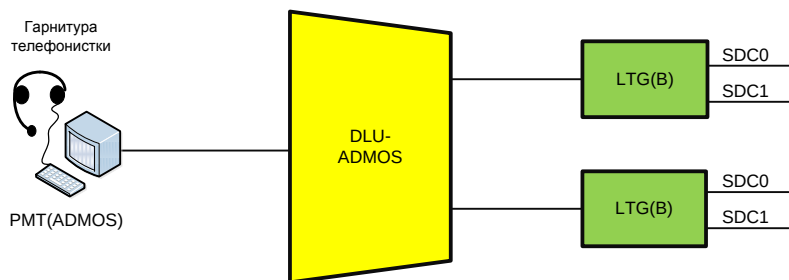


Рис. 9 - Схема подключения рабочих мест телефонисток

Схема подключения звеньев сигнализации ОКС №7 со скоростью каналов ОКС 64 кбит/с приведена на рис. 10. 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.

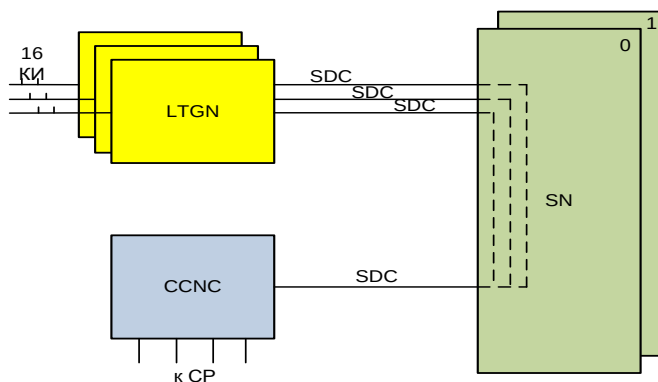


Рис. 10 – Схема подключения звеньев ОКС №7

Схема подключения звеньев сигнализации ОКС №7 со скоростью 2 Мбит/с приведена на рис. 12.

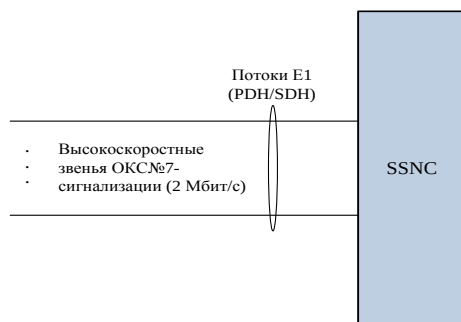


Рис. 11 – Схема подключения звеньев сигнализации ОК №7 со скоростью 2 Мбит/с

6.6. 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 подключения к линейным группам LTG, типы используемых линейных групп LTG, системы сигнализации для работы с другими АТС сети 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 (для подключения блоков DLU к SN) и С (для подключения к SN СЛ от других АТС, ЗСЛ и СЛМ для связи с ЗТУ).

При использовании системы EWSD в качестве ЗТУ применяются цифровые абонентские блоки DLU для реализации служебной связи, для подключения цифровых коммутаторов ADMOS служат блоки DLU-ADMOS, для включения междугородных каналов служат линейные группы LTG с функцией D (с эзоаградителями), для включения ЗСЛ и СЛМ (для связи с местными АТС) используются линейные группы LTG с функцией С.

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:

- сдублированное коммутационное поле SN для коммутации разговорных трактов и полупостоянных межпроцессорных соединений;
- сдублированный координационный процессор CP 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).

Пример структурной схемы системы EWSD приведен на рис. 12.

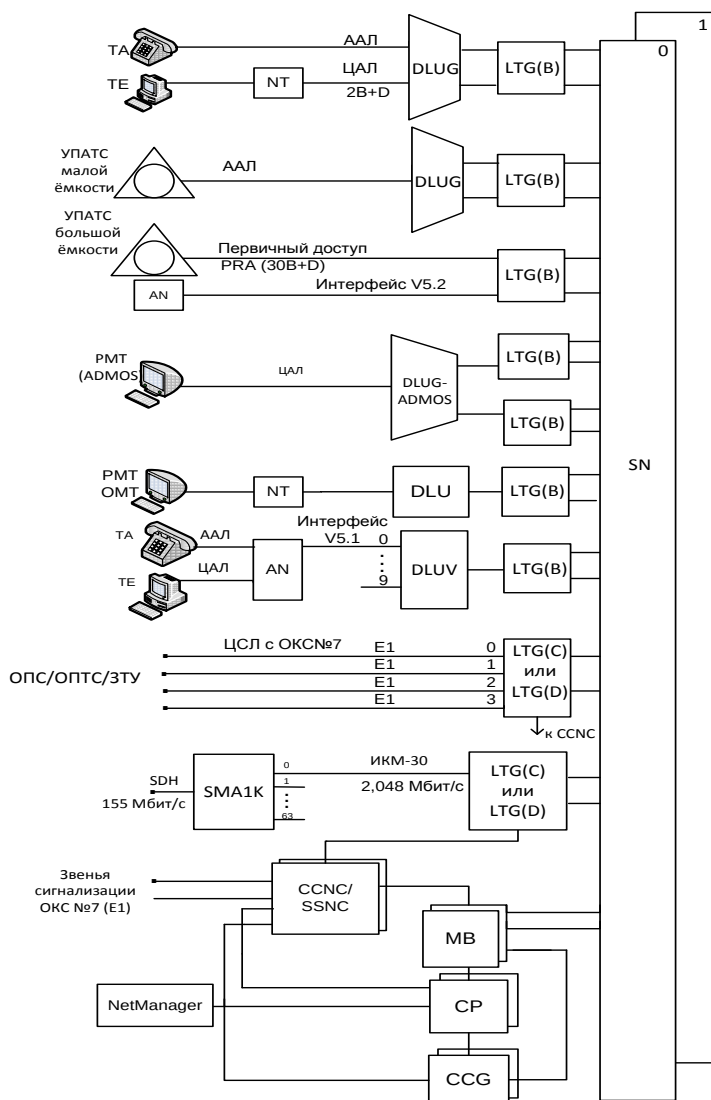


Рис. 12 Пример структурной схемы системы EWSD

Практическое занятие №5

«ПРОЦЕССЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ В ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ ОКС№7»

1 Цель занятия

Изучение процессов установления и разъединения различных типов телефонных соединений с использованием подсистемы ISUP-R системы сигнализации ОКС№7 и получение практических навыков в составлении сигнальных диаграмм ОКС№7.

2 Литература

Росляков А.В. Система общеканальной сигнализации ОКС№7 / Учебное пособие. - Самара, ПГУТИ, 2008. – С. 118-122.

3 Контрольные вопросы

1. Поясните, какие события в абонентских линиях вызывающего и вызываемого абонента инициируют передачу соответствующих сигнальных сообщения в сети ОКС№7.
2. Поясните, когда и как коммутируется разговорный тракт в исходящем, транзитном и входящем узлах коммутации?
3. Какие сигнальные сообщения подсистемы ISUP передаются при успешном установлении телефонного соединения?
4. Поясните назначение полей OPC, DPC, CIC.
5. Какую информацию включает сигнальное сообщение IAM ?
6. Какие сигнальные сообщения подсистемы ISUP передаются при различных неуспешных вызовах (абонент занят, абонент не отвечает, номер изменен и др.)?
7. Какие значения принимает поле CV в сообщениях REL при различных причинах отбоя?
8. В чем суть одностороннего отбоя и как он реализуется в подсистеме ISUP?
9. Как передается на противоположный пункт сигнализации причина разъединения?

4 Задание

В соответствии с индивидуальным заданием (см. табл. 1 - номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки):

1. Изобразить схемы разговорного и сигнального соединений.
2. Изобразить диаграмму обмена сигнальными сообщениями ISUP между пунктами сигнализации в сети ОКС№7.
3. Указать информационное содержание полей OPC, DPC, CIC, CV передаваемых сигнальных сообщений.

Таблица 1 Индивидуальные задания

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип соединения	Успешное	Неуспешное	Успешное	Неуспешное	Успешное	Неуспешное	Успешное	Неуспешное	Успешное	Неуспешное
Причина неуспешного соединения	-	Абонент занят	-	Абонент не отвечает	-	Неполный номер	-	Номер изменен	-	Отказ от вызова
Первым отбивает абонент	А	-	В	-	А	-	В	-	А	-
Вид соединения	Местное	Местное	Междугородное	Внутризональное	Междугородное	Местное	Внутризональное	Местное	Междугородное	Междугородное

5 Содержание отчета

1. Схемы разговорного и сигнального соединений для заданного варианта.
2. Диаграмма обмена сигнальными сообщениями ISUP между пунктами сигнализации в сети ОКС№7 с указанием полей сигнальных единиц OPC, DPC, CIC, CV.

6 Методические указания

Подсистема ISUP, пользуясь услугами MTP и SCCP, обеспечивает логическое соединение между двумя оконечными станциями ISDN. Для установления и поддержания вызова в сети ISDN необходима передача разнообразной служебной информации между оконечными станциями. Так телефонный номер, указываемый терминалом ISDN, используется MTP и/или SCCP для маршрутизации в течение установления соединения; код идентификации канала CIC используется подсистемой ISUP для соединения в сети ОКС №7, а информация о вызове определяет тип соединения между оконечной станцией ISDN и терминалом ISDN. Процедура установления и разъединения базового соединения в виде стрелочной диаграммы представлена на рис. 1. Эта диаграмма также демонстрирует отношение между абонентской сигнализацией ISDN (EDSS1) и сообщениями ISUP.

Когда пользователь инициирует ISDN-вызов (например, путем снятия трубки телефонного аппарата), исходящее терминальное устройство абонента А посылает сообщение «Занятие» (Setup) по D-каналу в оконечную станцию А.

При приеме запроса установления соединения от вызывающего абонента исходящая станция А анализирует информацию о маршруте и подсистема ISUP пункта сигнализации SP_A формирует начальное адресное сообщение IAM. Сообщение IAM передает адресную информацию, а также информацию, относящуюся к установлению соединения (например, включен ли полуконтакт эхоподавляющих устройств на исходящей стороне, тип исходящего доступа: аналоговый или ISDN, есть ли в соединении спутниковый канал и другую информацию).

Анализ номера вызываемого абонента позволяет исходящей станции А определить направление маршрутизации вызова. В приведенном на рис. 1 примере вызов направляется к транзитной станции В, выполняющей также функции оконечного пункта сигнализации SP_B . Информация в сообщении IAM указывает на тип требуемого вызывающим абонентом соединения, например, соединение 64 Кбит/с, тип терминала, тип услуги и пр. Эта информация посылается к транзитной станции В по звену сигнализации 1. Кроме того разговорный тракт в станции А проключается в обратном направлении (вызывающий абонент может слышать тональные сигналы, посылаемые сетью, но невозможна передача информации от вызывающей стороны в разговорный тракт).

После приема необходимой информации входящей станции Б вызываемый абонент информируется о входящем вызове, а от входящей станции Б к транзитной станции В посылается сообщение «Адрес полный» АСМ1 о принятии полного адреса. Сообщение АСМ2 о принятии полного адреса затем передается к исходящей станции А. Прием сообщения о принятии полного адреса на любой станции, участвующей в установлении соединения, указывает на успешную маршрутизацию вызова к абоненту Б и позволяет удалить из памяти информацию, связанную с соединением.

Когда вызываемый абонент отвечает на вызов, входящая станция Б проключает разговорный тракт и передает сообщение «Ответ» ANM1 об ответе на транзитную станцию В, которая, в свою очередь, передает сообщение ответа ANM2 на исходящую станцию А. При приеме сообщения ответа исходящая станция А проключает разговорный тракт и в прямом направлении. Таким образом, устанавливается соединение вызывающего и вызываемого абонентов, начинается тарификация вызова и осуществляется разговор или передача данных.

В подсистеме ISUP использует метод одностороннего отбоя, т.е. разговорный тракт между абонентами разрушается при поступлении отбоя с одной стороны. На рис. 1 вызывающий абонент А первым направляет сигнал разъединения к станции А. Станция А начинает разъединение соединения и передает сообщение об освобождении REL1 (с кодом причины CV=16 – «нормальное освобождение») на станцию В. После освобождения разговорного тракта и готовности к обслуживанию нового вызова транзитная станция В посылает сообщение об окончании освобождения RLC1 на исходящую станцию А. Станция В передает также сообщение освобождения REL2 станции Б. При приеме сообщения освобождения REL2 выполняется разъединение разговорного тракта на станции Б и передается сообщение об окончании освобождения RLC2 на станцию В.

При других причинах разъединений в сообщениях REL используются следующие коды причин: CV=17 – абонент занят; CV=19 – абонент не отвечает; CV=28 – неполный номер; CV=22 – номер изменен; CV=21 – отказ от вызова.

Практическое занятие №6

«ПРОЦЕССЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ В СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ NGN НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА SIP»

1 Цель занятия

Изучение протокола SIP и получение практических навыков построения сигнальных диаграмм.

2 Литература

1. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи /Учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010, с. 298-302.
2. Росляков А.В. Основы IP-телефонии / Учебное пособие. – М.: ИРИАС, 2007, с. 83-88.

3 Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы SIP-сети, укажите их функции.
2. Перечислите типы серверов SIP-сети, укажите их функции
3. Привести пример SIP-сети. Описать на нем в общем виде процесс установления соединения между терминалами.
4. Сообщения протокола SIP. Какой формат сообщений и их структура?
5. Назначение запросов и ответов протокола SIP.
6. Описать процесс установления соединения с участием сервера переадресации.
7. Описать процесс установления соединения с участием прокси-сервера.
8. В чем разница сценариев установления соединения с участием сервера переадресации и с участием прокси-сервера?

4 Задание

Изобразить стрелочную диаграмму установления соединения и его разрушения между пользователями А и В в сети NGN с указанием используемых запросов и ответов протокола SIP.

Таблица 1. Исходные данные для задания

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наличие прокси- сервера у абон. А	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет
Наличие прокси- сервера у абон. В	да	нет	нет	да	да	да	нет	да	да	да
Исход вызова	Успешный, отбой абонента А	Неуспешный, абонент В занят	Успешный, отбой абонента А	Неуспешный, прокси-сервер В не может обслужить запрос	Успешный, отбой абонента А	Неуспешный, в прокси-сервере В не реализованы функции	Успешный, отбой абонента А	Неуспешный, запрос не понят прокси-сервером В	Неуспешный, прокси-сервер В перегружен	Неуспешный, прокси-сервер В отказался обслужить запрос

5 Содержание отчета

Стрелочная диаграмма установления соединения и его разрушения между пользователями А и В в сети NGN на базе протокола SIP.

6 Методические указания

6.1 Сценарий установления соединения через сервер переадресации

Вызывающему пользователю А требуется вызвать другого пользователя В. Он передает запрос INVITE (1) на известный ему адрес прокси-сервера и на порт 5060, используемый по умолчанию (рис. 1). В запросе вызывающий пользователь А указывает адрес вызываемого пользователя В. Прокси-сервер запрашивает текущий адрес нужного пользователя у сервера определения местоположения (2), который сообщает ему этот адрес (3).

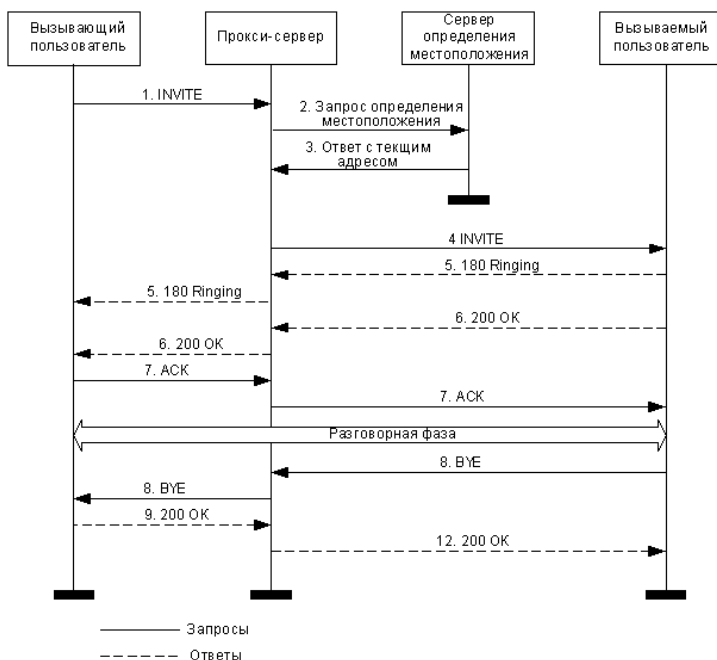


Рис. 1 Сценарий установления соединения через прокси-сервер

После выяснения адреса вызываемого пользователя В прокси-сервер вызывающего пользователя А передает по этому адресу запрос INVITE (4). Вызываемый пользователь В оповещается акустическим или визуальным сигналом о том, что его вызывают (5); он поднимает трубку, и ответ 200 ОК отправляется к прокси-серверу (6). Прокси-сервер переправляет этот ответ вызвавшему пользователю А (6), последний подтверждает правильность приема, передавая запрос ACK (7), который переправляется к вызванному пользователю В (7). Соединение установлено, идет разговор. Когда вызванный пользователь кладет трубку, то передается запрос BYE (8), прием которого подтверждается пользователем А ответом 200 ОК (9), который транслируется прокси сервером пользователю В (12).

Примечание: если прокси-сервер вызывающего пользователя знает о текущем местоположении вызываемого пользователя (знает его сетевой IP-адрес), то он не обращается к серверу определения местоположения.

6.2 Ответы протокола SIP

В протоколе SIP определены шесть типов ответов, несущих разную функциональную нагрузку. Тип ответа кодируется трехзначным числом. Самой важной является первая цифра, которая определяет класс ответа, остальные две цифры лишь дополняют первую. В некоторых случаях оборудование даже может не знать все коды ответов, но оно обязательно должно интерпретировать первую цифру ответа.

Все ответы делятся на две группы: *информационные* и *финальные*.

Информационные ответы кодируются трехзначным числом, начинающимся с единицы, **1xx** и показывают, что запрос находится в стадии обработки. Информационные ответы показывают, что запрос находится в стадии обработки. Например, информационный ответ **100 Trying** предназначен для установки на нуль таймеров, которые запускаются в оборудовании, передавшем запрос. Ответ **180 Ringing** по назначению он идентичен сигналу «Контроль посылки вызова» и означает, что вызываемый пользователь получает сигнал о входящем вызове.

Финальные ответы кодируются трехзначными числами, начинающимися с цифр **2, 3, 4, 5 и 6**. Они означают завершение обработки запроса и содержат, когда это нужно, результат обработки запроса.

Ответы 2xx означают, что запрос был успешно обработан.

Ответ **200 OK** на запрос **INVITE** означает, что вызываемое оборудование согласно на участие в сеансе связи.

Ответ **200 OK** на запрос **BYE** означает завершение сеанса связи.

Ответ **202 Accepted** означает, что запрос был принят для обработки, но обработка еще не завершена.

Ответы 3xx информируют оборудование вызывающего пользователя о новом местоположении вызываемого пользователя или переносят другую информацию, которая может быть использована для нового вызова. Например, ответ **302 Moved Temporary** означает, что пользователь находится по другому адресу.

Ответы 4xx информируют о том, что в запросе обнаружена ошибка. После получения такого ответа пользователь не должен передавать тот же самый запрос без его модификации. Например, ответ **486 Busy Here** означает, что вызываемый пользователь в настоящий момент не может принять входящий вызов по данному адресу. Ответ **403 Forbidden** означает, что сервер понял запрос, но отказался его обслуживать.

Ответы 5xx информируют о том, что запрос не может быть обработан из-за отказа сервера:

- ответ *500 Server Internal Error* означает, что сервер не имеет возможности обслужить запрос из-за внутренней ошибки. Клиент может попытаться повторно послать запрос через некоторое время;

- ответ *501 Not Implemented* означает, что в сервере не реализованы функции, необходимые для обслуживания этого запроса. Ответ передается, например, в том случае, когда сервер не может распознать тип запроса;

- ответ *503 Service Unavailable* говорит о том, что сервер не может в данный момент обслужить вызов вследствие перегрузки или проведения технического обслуживания.

Ответы 6xx информируют о том, что соединение с вызываемым пользователем установить невозможно. Например, ответ *600 Busy Everywhere* сообщает, что вызываемый пользователь занят и не может принять вызов в данный момент ни по одному из имеющихся у него адресов.

Практическое занятие №7

«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ NGN»

1 Цель занятия

Изучение методики и получение практических навыков расчетов параметров мультисервисного узла доступа и транзитного шлюза, используемых в сетях связи следующего поколения NGN.

2 Литература

Росляков А.В. Сети следующего поколения. Часть II / Учебное пособие. – Самара, ПГАТИ, 2008, с. 123-147.

3 Контрольные вопросы

1. Поясните назначение шлюзов в сети NGN.
2. Чем отличаются различные типы шлюзов сетей NGN: транзитный (транкинговый), сигнальный, доступа, резидентный доступа?
3. Какое оборудование входит в состав мультисервисного узла доступа MSAN?
4. Укажите основные варианты подключения оконечных пользователей к MSAN.
5. Укажите варианты подключения пакетных терминалов к сети NGN.
6. Как рассчитывается нагрузка на резидентный шлюз доступа?
7. Поясните методику расчета параметров мультисервисного узла доступа MSAN.
8. Поясните методику расчета параметров транзитного шлюза.

4 Задание

В соответствии с заданным вариантом (см. табл. 1 - номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки):

1. Рассчитать параметры мультисервисного узла доступа.
2. Рассчитать параметры транзитного шлюза.
3. Изобразить проектируемую сеть NGN с указанием путей и протоколов передачи сигнальных и медиапотоков.

1. Таблица 1 Индивидуальные задания

№	Исходный параметр	Варианты заданий									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметры мультисервисного узла доступа MSAN											
1.	Число абонентов ССОП	700	250	300	350	400	450	600	750	550	200
2.	Число абонентов ISDN-BRA	30	50	45	20	55	40	80	60	70	35
3.	Число абонентов с пакетными терминалами SIP/H.323, включенных непосредственно в MSAN	50	45	60	25	35	55	30	40	20	45
4.	Число абонентов с пакетными терминалами SIP/H.323, включенных в LAN	60	80	150	100	170	70	90	110	140	70
5.	Число потоков E1 в интерфейсах V5.2 для подключения сетей доступа AN	15	10	11	5	6	8	2	7	3	4
6.	Число интерфейсов PRI для подключения УПАТС	8	7	6	4	3	11	13	2	5	9
7.	Тип речевого кодека G.7XX	711	726	729a	711	726	729a	711	726	729a	711
Параметры транзитного шлюза TGW											
1	Число первичных потоков E1 для включения АТС	25	30	40	35	45	20	25	35	40	45
2	Тип речевого кодека	G.711									

5 Содержание отчета

1. Таблица с исходными данными.
2. Результаты расчетов параметров MSAN и транзитного шлюза:
 - нагрузки на входе MSAN и TGW;
 - полоса пропускания для подключения MSAN и TGW;

– тип и количество интерфейсов подключения MSAN и TGW транспортную IP-сеть.

3. Схема подключения мультисервисного узла доступа и транзитного шлюза в сеть NGN (указать пути передачи сигнальных и медиапотоков и используемые при этом протоколы передачи).

6 Методические указания

6.1 Состав оборудования сети доступа NGN

Для подключения различных пользователей к сети NGN на уровне сети доступа используются два типа оборудования:

- *медиашлюзы* – для подключения линий и терминального оборудования пользователей, не работающего с пакетными технологиями; основное назначение медиашлюзов – преобразование пользовательской и сигнальной информации в пакетный вид на базе стека протоколов TCP/IP, пригодный для передачи в транспортной сети NGN.

- *пакетные коммутаторы/маршрутизаторы* - для подключения линий и оконечного оборудования пользователей, работающего с пакетными технологиями на базе стека протоколов TCP/IP.

Различают несколько видов медиашлюзов в зависимости от типа подключаемых линий и терминального оборудования пользователей:

1) *резидентный шлюз доступа RAGW (Resident Access Gateway)* – предназначен для непосредственного включения абонентских линий, например аналоговых телефонных линий, к которым могут подключаться терминалы телефонной сети связи общего пользования (ССОП), такие как традиционные телефонные аппараты, аналоговые модемы, факсимильные аппараты, модемы xDSL и цифровых абонентских линий ISDN, к которым подключается терминальное оборудование базового доступа BRA (2B+D), например, цифровые телефонные аппараты ISDN, видеотелефоны и др.;

2) *шлюз доступа AGW (Access Gateway)* – предназначен для включения сетей доступа AN (Access Network) через интерфейс V5.2, который может включать от 2 до 16 первичных потоков E1, т.е. $n \times E1$, где $n=2 \div 16$ или УПАТС через интерфейс первичного доступа PRI сети ISDN (30B+D);

3) *транзитный (транкинговый) шлюз TGW (Trunk Gateway)* - предназначен для включения соединительных линий от существующих телефонных станций ССОП для сопряжения с сетью NGN по первичным потокам E1 с сигнализацией ОКМС№7 для подключения циф-

ровых АТС и R1,5 (2ВСК+МЧК) для подключения координатных АТС.

Часто конструктивно резидентный шлюз и шлюз доступа реализуются в виде единого мультисервисного узла доступа MSAN (Multi-Service Access Node). В состав такого MSAN обязательно входит пакетный коммутатор xEthernet, в который кроме шлюзов доступа включаются непосредственно все источники нагрузки, работающие по пакетным технологиям: локальные вычислительные сети LAN и мультимедийные терминалы на базе протоколов SIP, H.323 (рис. 1).

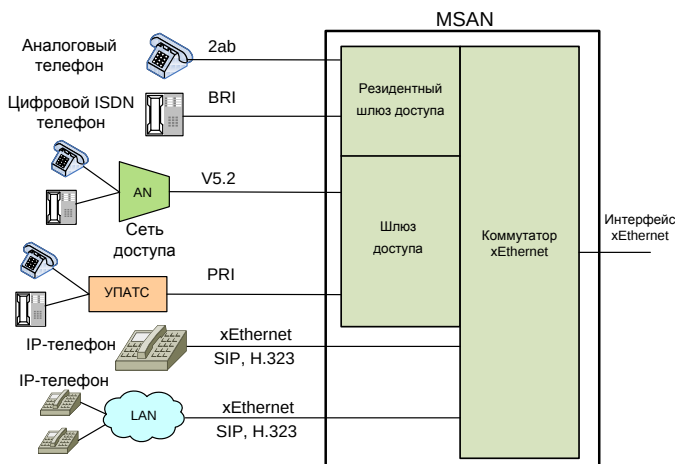


Рис. 1 – Структура мультисервисного узла доступа MSAN

6.2 Расчет параметров MSAN

Для расчета объема оборудования MSAN доступа необходимо знать поступающую на него нагрузку. Рассчитаем отдельно нагрузки, поступающие на каждый вид шлюзов, входящих в состав MSAN.

1. Общая нагрузка, поступающая на *резидентный шлюз доступа* $RAGW$, обеспечивающий подключение аналоговых абонентов ССОП и абонентов базового доступа сети ISDN, равна:

$$Y_{RAGW} = Y_{CCOP} \cdot N_{CCOP} + Y_{ISDN} \cdot N_{ISDN} \cdot \text{Эрл} \quad (1)$$

где Y_{CCOP} – удельная нагрузка на одного абонента ССОП, равна 0,1 Эрл;

N_{CCOP} – число абонентов, использующих подключение по аналоговой абонентской линии к ССОП;

y_{ISDN} – удельная нагрузка на одного абонента сети ISDN, равна 0,2 Эрл;

N_{ISDN} – число абонентов, использующих подключение по базовому доступу сети ISDN.

2. Общая нагрузка, поступающая на *шлюз доступа* AG, обеспечивающий подключение сетей доступа СД через интерфейс V5 и УПАТС через интерфейс первичного доступа PRI, равна:

$$Y_{AGW} = 30y_{V5} \cdot N_{V5} + 30y_{УПАТС} \cdot N_{УПАТС}, \text{ Эрл} \quad (2)$$

y_{V5} – удельная нагрузка на один канал интерфейса V5.2, равная 0,7 Эрл;

N_{V5} – общее число потоков E1 в интерфейсах V5.2 для подключения сетей доступа AN (один первичный поток E1 имеет 30 каналов для подключения пользователей сети доступа через интерфейс V5.2);

$y_{УПАТС}$ – удельная нагрузка на один канал первичного доступа ISDN PRI для подключения УПАТС, равная 0,8 Эрл;

$N_{УПАТС}$ – общее число интерфейсов PRI для подключения УПАТС (один интерфейс PRI имеет 30 каналов для подключения пользователей УПАТС).

Если шлюз реализует одновременно функции резидентного шлюза доступа и шлюза доступа, то общая нагрузка, поступающая на такой медиашлюз, равна:

$$Y_{GW} = Y_{RAGW} + Y_{AGW}, \text{ Эрл.} \quad (3)$$

Пусть V_{cod} – скорость передачи (полоса пропускания) кодека определенного типа при обслуживании речевого вызова. Значения V_{cod} для различных типов речевых кодеков без учета или с учетом подавления пауз приведены в табл. 1.

Таблица 1 Характеристики различных пакетных речевых кодеков

Кодек	Полоса пропускания кодека, кбит /с	
	без учета подавления пауз	с учетом подавления пауз
G.711	84,80	42
G.726	37,69	19
G.729a	14,13	12.2

Тогда полоса пропускания, которая должна быть выделена для передачи в пакетной сети голосового трафика, поступающего на шлюз, при условии использования кодека определенного типа будет равен:

$$V_{GW} = k \cdot V_{cod} \cdot Y_{GW}, \quad (4)$$

где k – коэффициент использования ресурса, $k = 1,25$;

V_{cod} – полоса пропускания заданного речевого кодека без учета или с учетом подавления пауз.

Если в оборудовании MSAN реализована возможность подключения пользователей, использующих пакетные терминалы SIP, H.323 либо включение локальных вычислительных сетей LAN, осуществляющих подключение таких пользователей, то требуемая полоса пропускания для подключения MSAN должна быть увеличена. Доля увеличения полосы пропускания V_{paket} за счет предоставления услуги IP-телефонии таким пользователям может быть определена в зависимости от используемых кодеков и числа пользователей. Тогда дополнительная полоса пропускания MSAN для обслуживания пакетных терминалов IP-телефонии на базе протоколов SIP/H.323 равна:

$$V_{paket} = V_{LAN} + V_{SH} = y_{paket} \cdot V_{cod} (N_{LAN} + N_{SH}), \quad (5)$$

где y_{paket} – удельная нагрузка от терминала SIP/H.323, равная 0,2 Эрл;
 N_{LAN} – число абонентов с терминалами SIP/H.323, включенными в локальные вычислительные сети LAN;
 N_{SH} – число абонентов с пакетными терминалами SIP/H.323, включенными непосредственно в MSAN.

Полоса пропускания для подключения MSAN должна быть рассчитана на передачу помимо пользовательской еще и сигнальной информации на базе протокола H.248/Megaco, которой обменивается MSAN с гибким коммутатором (softswitch). Таким образом, общая полоса пропускания для подключения MSAN может быть определена как сумма составляющих:

$$V_{MSAN} = V_{GW} + V_{paket} + V_{H.248}. \quad (6)$$

Приближенно будем считать, что сигнальная информация протокола H.248 требует дополнительно 10% полосы пропускания от общей полосы пропускания для подключения MSAN.

Количество и тип интерфейсов подключения оборудования MSAN к пакетной сети определяется из соотношения:

$$V_{MSAN} = N_{int} \cdot V_{int}, \text{ бит/с} \quad (7)$$

где N_{int} – количество интерфейсов подключения;
 V_{int} – полезная полоса пропускания одного интерфейса (например, для интерфейсов семейства Ethernet полезная полоса пропускания не превышает 80% от общей скорости работы интерфейса).

6.3 Расчет параметров транзитного шлюза

Как правило, транзитные шлюзы TGW (иногда их называют транкинговыми) устанавливаются на существующих объектах сети с учетом

структуры имеющейся телефонной сети связи общего пользования (ССОП), осуществляя подключение территориально приближенных АТС. Емкостные параметры шлюза TGW определяются исходя из нагрузки, поступающей от этих АТС. В свою очередь, значение нагрузки может быть вычислено на основе числа потоков Е1 между АТС и шлюзом и удельной нагрузки на один канал 64 кбит/с.

Тогда общая нагрузка, поступающая на транзитный шлюз TGW от всех АТС ССОП, равна:

$$Y_{TGW} = N_{E1} \cdot 30 \cdot y_{\text{кан}}, \text{ Эрл}, \quad (8)$$

где N_{E1} – число потоков Е1, осуществляющих подключение всех АТС ССОП к транзитному шлюзу;

$y_{\text{кан}}$ – удельная нагрузка одного канала 64 кбит/с в составе первичного потока Е1, при расчетах принимается равной 0,8 Эрл.

Следует также учитывать, что голосовые вызовы обслуживаются транзитным шлюзом с использованием кодека G.711. Тогда полоса пропускания транзитного шлюза определяется формулой:

$$V_{TGW} = V_{G.711} \cdot Y_{TGW}, \text{ бит/с} \quad (9)$$

где $V_{G.711}$ – ресурс для передачи речевой информации кодеком G.711 (без подавления пауз он равен 84,8 Кбит/с).

Помимо пользовательской информации, на транзитный шлюз поступают сообщения протокола управления медиашлюзами H.248/Megaco и сообщения протокола ОКС№7, которые преобразуются в сообщения протокола SIGTRAN. Для этих сообщений также должен быть выделена полоса пропускания в шлюзе. Таким образом, общая полоса пропускания TGW может быть вычислена по формуле:

$$V_{\Sigma TGW} = V_{TGW} + V_{H.248} + V_{ОКС}, \text{ бит/с}, \quad (10)$$

где $V_{H.248}$ – полоса пропускания для передачи сообщений протокола H.248;

$V_{ОКС}$ – полоса пропускания для передачи сообщений ОКС№7.

Приближенно будем считать, что сигнальная информация H.248 требует дополнительно 10% полосы пропускания от общей полосы пропускания шлюза.

Полоса пропускания для передачи сообщений ОКС№7 определяется с использованием методики пересчета разговорной нагрузки в нагрузку ОКС№7, применяемой при проектировании сетей общеканальной сигнализации:

$$V_{ОКС} = Y_{TGW} \cdot k_{ОКС} \cdot V_{\text{зс}} \cdot y_{\text{зс}} \cdot k_{\text{SIGTRAN}}, \text{ бит/с}, \quad (11)$$

где $k_{ОКС} = 0,166 \times 10^{-3}$ – коэффициент пересчета местной телефонной нагрузки в нагрузку ОКС№7;

$V_{\text{зс}} = 64000$ – полоса пропускания звена сигнализации ОКС№7, бит/с;

$y_{zc} = 0,2$ – загрузка звена сигнализации, Эрл.

$k_{SIGTRAN} = 1,3$ – коэффициент пересчета нагрузки ОКС№7 в нагрузку протокола SIGTRAN.

Количество и тип интерфейсов подключения транзитного шлюза к пакетной сети определяется по формуле, аналогичной (7).

Схема включения оборудования MSAN и транзитного шлюза TGW в сеть NGN представлена на рис. 2.

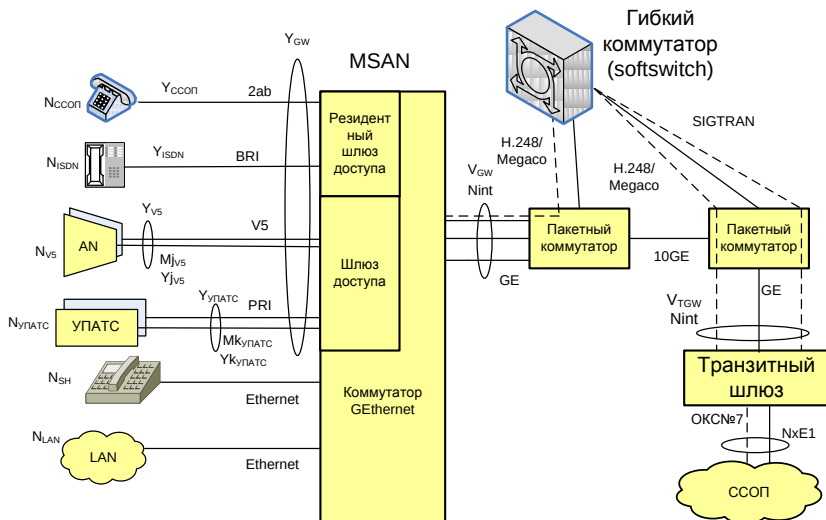


Рис. 2 Схема включения MSAN и транзитного шлюза TGW в сеть NGN