

Федеральное агентство связи
ГОУ ВПО «Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
Уральский технический институт связи и информатики (филиал)

Букрина Е.В.

СЕТИ СВЯЗИ И СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Учебное пособие

*Рекомендовано УМО по образованию в области телекоммуникаций в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений, по специальностям
080502 – Экономика и управление на предприятиях (по отраслям) и
210406 – Сети связи и системы коммутации
направления Телекоммуникации*

Екатеринбург
2007

УДК 621.39
ББК 32.88-01

Рецензенты: д.т.н., профессор кафедры «Связь» ГОУ ВПО УРГУПС Неволин Д.Г.; начальник отдела технического развития департамента технического развития и систем управления ОАО «Уралсвязьинформ» Первушкина М.В.

Букрина Е.В.

Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Е.В. Букрина. - Екатеринбург: УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ», 2007. – 186с.

Учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Сети связи и системы коммутации» для специальностей 080502 «Экономика и управление на предприятиях (по отраслям)» и 210406 «Сети связи и системы коммутации». В учебном пособии излагаются теоретические основы построения телекоммуникационных сетей, этапы и тенденции их развития. Рассмотрены основы автоматической коммутации, принципы построения аналоговых и современных цифровых систем коммутации. Представлен материал по системам сигнализации, способам организации аналогового и цифрового абонентского доступа, основам теории телетрафика и документальной электросвязи.

УДК 621.39
ББК 32.88-01

Кафедра автоматической электросвязи

© УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ», 2007

© Е.В. Букрина, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Основы построения телекоммуникационных сетей	7
1.1 Понятие системы и сети связи	7
1.2 Этапы развития сетей и их классификация	9
1.3 Основные способы построения телекоммуникационных сетей связи	13
1.4 Эталонная модель взаимодействия открытых систем	14
1.5 Методы коммутации в телекоммуникационных сетях	18
1.6 Стандартизация в области телекоммуникаций	23
2 Общие принципы построения телефонных сетей	25
2.1 Общегосударственная система автоматической телефонной связи	25
2.2 Построение городских телефонных сетей (ГТС)	22
2.3 Перспективы развития ГТС	30
2.4 Построение сельских телефонных сетей (СТС)	32
2.5 Внутризоновые телефонные сети	33
2.6 Организация междугородной сети	35
3 Абонентский доступ	37
3.1 Оконечные устройства тракта телефонной передачи	37
3.2 Базовая структура сети абонентского доступа	42
4 Основы автоматической коммутации	46
4.1 Структура системы коммутации	46
4.2 Элементная база систем коммутации	47
4.3 Коммутационные поля	51
5 Аналоговые системы коммутации	59
5.1 Координатные АТС	59
5.2 Квазиэлектронные АТС	62
6 Цифровые системы коммутации	66
6.1 Функциональная архитектура ЦСК	66
6.2 Структура ЦСК	69
6.3 Оборудование доступа к ЦСК	71
6.4 Системы управления в ЦСК	74
6.5 Коммутационные поля ЦСК	80
6.6 Программное обеспечение ЦСК	84
6.7 Современные ЦСК	89
7 Системы сигнализации в телекоммуникациях	101
7.1 Классификация протоколов сигнализации	101
7.2 Абонентская сигнализация	102
7.3 Системы межстанционной сигнализации	105
7.4 Общеканальная система сигнализации ОКС№7	110
8 Основы теории телетрафика	115
8.1 Предмет и задачи теории телетрафика	115
8.2 Характеристики и свойства потоков вызовов	116
8.3 Характеристики систем обслуживания вызовов	119

8.4 Понятие телефонной нагрузки и ее виды	120
9 Сети подвижной связи	122
9.1 Характеристика сетей подвижной связи	122
9.2 Сотовые системы подвижной связи (ССПС)	123
10 Основы документальной электросвязи	131
10.1 Сети телеграфной связи	131
10.2 Принципы организации факсимильной связи	134
10.3 Система Видеотекст	137
10.4 Сети передачи данных	140
10.5 Интеграция услуг документальной электросвязи	146
11 Тенденции развития телекоммуникационных сетей	154
11.1 Цифровая сеть с интеграцией обслуживания	154
11.2 Интеллектуальная сеть	159
11.3 Конвергенция сетей	163
11.4 Концепция сетей связи следующего поколения (NGN)	164
11.5 Управление телекоммуникационными сетями	171
Список сокращений	178
Литература	180
Приложение	182

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития мировой цивилизации характеризуется переходом от индустриального к постиндустриальному информационному обществу, предполагающему новые формы социальной и экономической деятельности, базирующихся на массовом использовании информационных и телекоммуникационных технологий.

Технологической основой информационного общества является Глобальная Информационная Инфраструктура (ГИИ), которая должна обеспечить возможность доступа к информационным ресурсам каждого жителя планеты, а также создать условия для формирования глобальной сетевой экономики. Для органичного вхождения России в ГИИ необходимо развитие собственной информационной инфраструктуры, что требует наличия в отрасли связи большого количества высококвалифицированных специалистов. Одно из главных мест среди них занимают выпускники вузов связи, получившие высшее образование по специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации», которые будут непосредственно осуществлять эксплуатацию и управление сетевым оборудованием.

Цель учебного пособия – ознакомить студентов с теоретическими основами, а также практическими принципами технической организации, функционирования и управления сетями связи и системами коммутации. Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования подготовки дипломированного специалиста по специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации».

Кроме того, представленный материал, может использоваться студентами всех форм обучения по специальностям: 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы» при изучении дисциплин «Сети связи и системы коммутации», «Цифровые системы коммутации и их программное обеспечение»; 080502 «Экономика и управление на предприятиях (по отраслям)» при изучении дисциплины «Сети связи и системы коммутации».

Учебное пособие составлено на основе сведений множества источников современной отечественной и зарубежной технической литературы, а также материалов лекций преподавателей ведущих вузов связи России. Содержит 11 глав и приложение. В состав каждой главы входит блок вопросов для самоконтроля. В первой главе излагаются основы построения телекоммуникационных сетей, этапы их развития и классификация, основные варианты построения и методы коммутации. Во второй главе рассматриваются способы построения телефонных сетей различных уровней: городских, сельских, внутризоновых, междугородных. В третьей главе рассматриваются вопросы организации сети абонентского доступа. В четвертой, пятой и шестой главах представлены основы автоматической коммутации, принципы построения аналоговых и современных цифровых систем коммутации. Седьмая глава посвящена изучению систем сигнализации в сетях связи. В восьмой главе даются основы теории телетрафика применительно к телефонным сетям.

Принципам построения сетей сотовой связи посвящена девятая глава. В десятой главе представлен материал по документальной электросвязи. В одиннадцатой главе рассмотрены основные тенденции развития телекоммуникационных сетей, а также вопросы управления сетями.

В приложении к учебному пособию даны термины и определения общетехнических понятий в области телекоммуникаций, перечень основных видов служб телекоммуникационных сетей, а также список сокращений.

1 ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

1.1 Понятие системы и сети связи

Основу теории и техники электросвязи составляет передача на расстояние различного рода сообщений (информации). Под *информацией* понимают совокупность сведений о каких-либо предметах, событиях, процессах чьей-либо деятельности и т.д. Форма представления информации называется *сообщением*. Это может быть речь или музыка, рукописный или машинописный текст, чертежи, рисунки, телевизионное изображение.

Для передачи по каналам связи каждое сообщение преобразуется в электрический сигнал. *Сигнал* – физический процесс, отображающий передаваемое сообщение (физический носитель сообщения). Физическая величина изменением, которой обеспечивается отображение сообщений, называется *информационным или представляющим параметром сигнала*.

Перенос сообщений из одной точки пространства в другую осуществляется системой электросвязи. *Система электросвязи (телекоммуникационная система)* – комплекс технических средств, обеспечивающий передачу сообщений от источника к получателю на расстояние (рисунок 1.1).

Система электросвязи в целом решает две задачи:

- 1) доставка сообщений – функции системы электросвязи;
- 2) формирование и распознавание сообщений – функции оконечного оборудования.

Трактом передачи называют совокупность приборов и линий, обеспечивающих передачу сообщений между пользователями.

Канал передачи (связи) – часть тракта передачи между двумя любыми точками. В канал передачи не входят оконечные устройства.



Рисунок 1.1 – Структурная схема системы электросвязи (телекоммуникационной системы)

Принцип передачи сигналов электросвязи показан на рисунке 1.2.

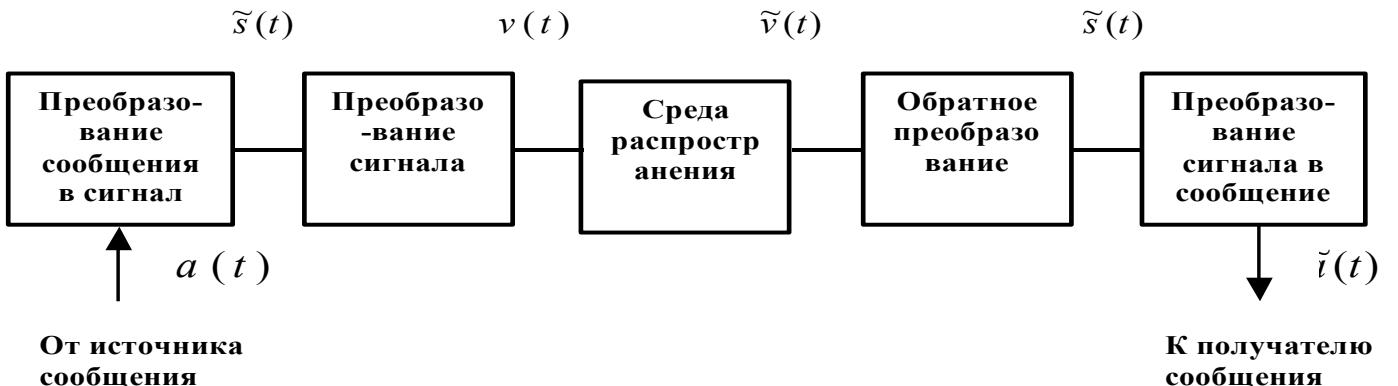
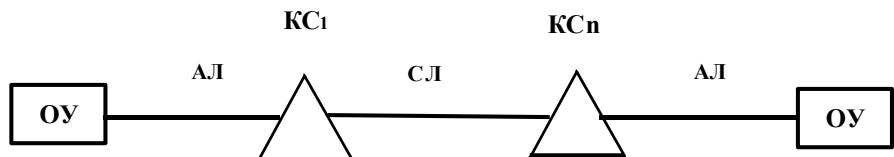


Рисунок 1.2 – Принцип передачи сигналов электросвязи

На входе и на выходе тракта передачи сообщений включаются оконечные устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы и обратное преобразование. Данные устройства называются **первичными преобразователями** и сформированные ими сигналы также называются **первичными**. Например, при передаче речи первичным преобразователем является микрофон, при передаче изображения – электронно-лучевая трубка, при передаче телеграммы – передающая часть телеграфного аппарата.

Источник сообщения формирует сообщение $a(t)$, которое преобразуется в электрический сигнал $s(t)$. В системе электросвязи происходят вторичные преобразования сигналов и они транспортируются в форме, отличной от первоначальной.

Сеть электросвязи (телекоммуникационная сеть) - совокупность линий (каналов) связи коммутационных станций, оконечных устройств, на определенной территории, обеспечивающая передачу и распределение сообщений (рисунок 1.3).



КС – коммутационная станция

АЛ – абонентская линия

СЛ – соединительная линия

Рисунок 1.3 – Обобщенная структурная схема сети электросвязи (телекоммуникационной сети)

На входе и на выходе сети связи включаются оконечные устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы и обратное преобразование. Оконечные устройства соединяются с коммутационной станцией абонентскими линиями. Коммутационные станции между собой связаны соединительными линиями. Коммутационные станции осуществляют соединение входящих линий с исходящими линиями по соответствующему адресу.

В общем виде, сообщение, передаваемое от источника к получателю состоит из двух частей: адресной и информационной. По содержимому адресной части коммутационная станция определяет направление связи и осуществляет выбор конкретного получателя сообщения. Информационная часть содержит само сообщение.

Совокупность процедур и процессов, в результате выполнения которых обеспечивается передача сообщений, называется *сесансом связи*, а набор правил в соответствии, с которыми организуется сеанс связи, называется *протоколом*.

1.2 Этапы развития сетей и их классификация

Различные виды электросвязи длительный период времени развивались независимо друг от друга. Каждый вид электросвязи ориентировался на создание своих каналов, систем передачи (СП) и сетей. Структура сети выбиралась в соответствии с особенностями распределения потоков сообщений, характерных для конкретного вида электросвязи. Некоторые отрасли промышленности и транспорта стали создавать свои сети, предназначенные для удовлетворения потребностей отрасли в передаче сообщений. Разобщенность технических средств не только не позволяла повысить эффективность совокупности сетей в масштабах страны, но и тормозила развитие обособленных сетей. Поэтому уже в начале 1960-х гг. стало ясно, что перспективным направлением развития сетей должно было стать объединение сетей. Было принято решение о создании *ЕАСС* (Единая автоматизированная сеть связи). ЕАСС базировалась на объединении разрозненных и многочисленных мелких сетей в общегосударственные сети каждого вида электросвязи, а затем в единую сеть с целью совместного использования определенных технических средств, и, в первую очередь, систем передачи и систем коммутации.

При создании ЕАСС было учтено, что определенные технические средства участвуют в процессе передачи независимо от вида сообщений, т. е. являются общими. В связи с этим вся сеть страны стала подразделяться на две взаимосвязанные составляющие:

1) *первичную сеть* – совокупность сетевых станций, сетевых узлов (дать определение в приложении) и соединяющих их линий передачи, которая позволяет организовывать сеть каналов передачи и групповых трактов.

Структура первичной сети учитывает административное разделение территории страны. Вся территория России поделена на зоны, совпадающие, как

правило, с территорией областей, краев. В соответствии с этим первичная сеть также состоит из следующих частей:

- *местные первичные сети* – часть сети, ограниченная территорией города или сельского района;
- *зоновые первичные сети* – часть сети, охватывающая территорию зоны (область, край, республика), обеспечивающая соединение между собой каналов разных местных сетей внутри одной зоны;
- *магистральная первичная сеть* – часть сети, соединяющая между собой каналы разных зоновых сетей на всей территории страны.

Структура первичной сети показана на рисунке 1.4.

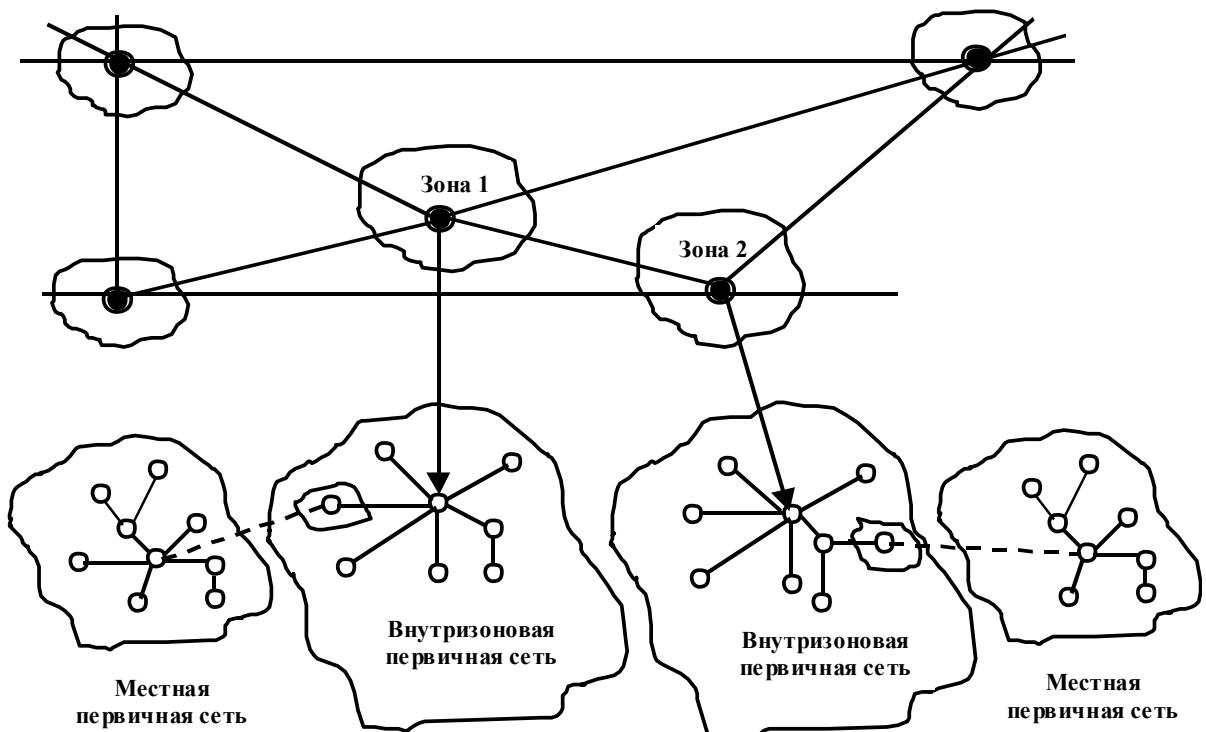


Рисунок 1.4 – Структура первичной сети

2) *вторичная сеть* – совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сообщений определенного вида, в состав которой входят: оконечные устройства, абонентские и соединительные линии, коммутационные станции, а также каналы, выделенные из первичной сети для образования вторичной.

Вторичные сети подразделяются на следующие виды:

- телефонные;
- телеграфные;
- передачи данных;
- факсимильные;
- телевизионного вещания;
- звукового вещания.

В конце XX века ход развития технического прогресса, а также исторические изменения политической и экономической структуры России,

предопределили формирование новой концепции построения сети связи (1992 г) – ВСС РФ (Взаимоувязанная сеть связи РФ).

ВСС РФ – это комплекс технологически сопряженных сетей электросвязи на территории РФ, объединенных общим централизованным управлением.

При формировании концепции учитывалось, что ВСС РФ является составной частью Всемирной сети связи WCN (Worldwide communication network), а также общемировая практика построения национальных сетей с использованием современных телекоммуникационных технологий, цифровая сеть связи страны стала подразделяться на две взаимоувязанных составляющих:

1) **транспортная сеть** – часть сети связи, охватывающая магистральные узлы (МУ), междугородные станции (МС), а также соединяющие их каналы и узлы (международные, международные);

2) **сеть доступа** – совокупность абонентских линий и станций местной сети (СМС), обеспечивающая доступ абонентских терминалов к транспортной сети, а также местную связь без выхода на транспортную сеть.

18 июня 2003 года принят новый Федеральный закон «О связи», в соответствии с которым с 1 января 2004 года начался новый этап развития телекоммуникаций в России. Новый этап в развитии российских телекоммуникаций – это этап превращения российского общества на базе конвергентного объединения информатизации и телекоммуникации в электронно-информационное общество [7].

Сетевой основой российских телекоммуникаций определена Единая сеть электросвязи (ЕСЭ). ЕСЭ является составляющей частью Федеральной связи РФ (рисунок 1.5) и объединяет все сети электросвязи, расположенные на территории России. ЕСЭ предназначена для удовлетворения потребностей населения, органов государственной власти и управления, обороны, безопасности, а также хозяйствующих субъектов.

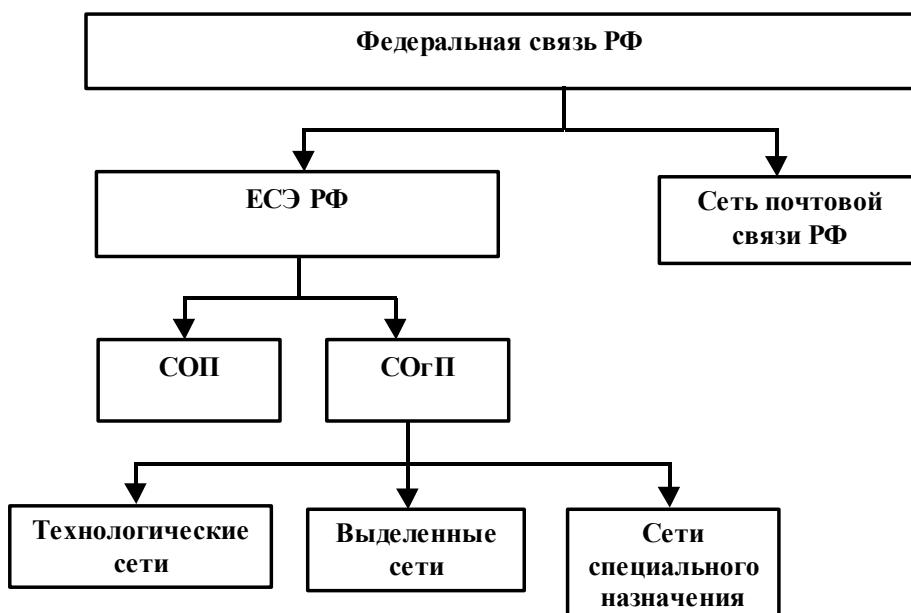


Рисунок 1.5 – Федеральная связь РФ и состав ЕСЭ РФ

ЕСЭ РФ состоит из сетей следующих категорий:

1) ***сеть общего пользования (СОП)*** – предназначена для предоставления услуг электросвязи любому пользователю на территории Российской Федерации, которая представляет собой комплекс взаимодействующих сетей связи, включая сети связи для распространения программ телевизионного и радиовещания. СОП имеет присоединение к сетям общего пользования иностранных государств:

- телефонные;
- телеграфные;
- сети передачи данных;
- сети звукового вещания;
- сети телевизионного вещания.

2) ***сеть ограниченного пользования (СОгП)*** – сеть, контингент которой ограничен корпоративными клиентами. СОгП делится на три вида:

• *технологические сети связи* предназначены для обеспечения производственной деятельности организаций и управления технологическими процессами (при наличии свободных ресурсов могут быть присоединены к СОП с переводом в категорию сетей общего пользования и использованы для предоставления возмездных услуг пользователям);

• *выделенные сети связи* предназначены для предоставления услуг ограниченному числу пользователей (такие сети могут взаимодействовать между собой, могут быть присоединены к СОП с переводом в категорию сети общего пользования, если она соответствует ее требованиям);

• *сети связи специального назначения* предназначены для обеспечения государственного управления, обороны, безопасности и охраны правопорядка).

В целях упорядочения управления сетями, мониторинга их состояния и обеспечения их взаимодействия необходима классификация сетей по разным существенным признакам, которая позволит определить место каждой сети в системе электросвязи, выявить свойства сетей с разных точек зрения на основе системного подхода. В таблице 1.1 приведена классификация сетей ЕСЭ РФ.

Таблица 1.1 – Классификация сетей ЕСЭ РФ

Классификационный признак	Название сети
Категория	<ul style="list-style-type: none">• сети общего пользования• выделенные сети• технологические сети• сети специального назначения
Функциональное назначение	<ul style="list-style-type: none">• сети доступа• транспортные сети
Тип присоединяемых абонентских терминалов	<ul style="list-style-type: none">• сети фиксированной связи• сети подвижной связи
Способ организации каналов	<ul style="list-style-type: none">• первичные сети• вторичные сети

Продолжение таблицы 1.1

Территориальное деление	<ul style="list-style-type: none"> • международные • междугородные • зоновые • местные
Коды нумерации	<ul style="list-style-type: none"> • сети кода ABC (географическая система нумерации) • сети кода DEF (негеографическая система нумерации)
Устойчивость и безопасность	<ul style="list-style-type: none"> • магистральные сети I класса • магистральные сети II класса
Количество служб электросвязи	<ul style="list-style-type: none"> • моносервисные • мультисервисные
Вид коммутации	<ul style="list-style-type: none"> • коммутируемые • некоммутируемые
Метод коммутации	<ul style="list-style-type: none"> • с коммутацией каналов • с коммутацией пакетов • с коммутацией сообщений

1.3 Основные способы построения телекоммуникационных сетей связи

Одним из основных требований, предъявляемых к сетям передачи индивидуальных сообщений (телефонные, телеграфные, факсимильные, передачи данных), является то, что сеть должна обеспечить каждому пользователю возможность связаться с другим пользователем. Для выполнения этого требования сеть связи строится по определенному принципу в зависимости от условий функционирования. Следовательно, сети связи могут иметь различную структуру, т. е. отличаться числом и расположением узловых и оконечных пунктов (станций), а также характером их взаимосвязи [1]. На рисунке 1.6 показаны способы построения сетей связи.

При полносвязанном способе построения (принцип «каждый с каждым») между узлами существует непосредственная связь. Используется при небольшом количестве узлов на сети (рисунок 1.6 а).

При радиальном способе построения сети связь между узлами осуществляется через центральный узел (рисунок 1.6 б). Используется при построении сети на сравнительно небольшой территории.

На большой территории сеть связи строится по радиально-узловому способу (рисунок 1.6 в).

Кольцевой способ построения сети предусматривает возможность осуществления связи как по часовой, так и против часовой стрелки (рис. 1.6 г). В этом случае при повреждении на определенном участке сеть сохраняет свою работоспособность.

При комбинированном способе построения сети узлы на верхнем иерархическом уровне связываются по полносвязанной схеме (рисунок 1.6 д). В этом случае выход одного из узлов не нарушает работу всей сети.

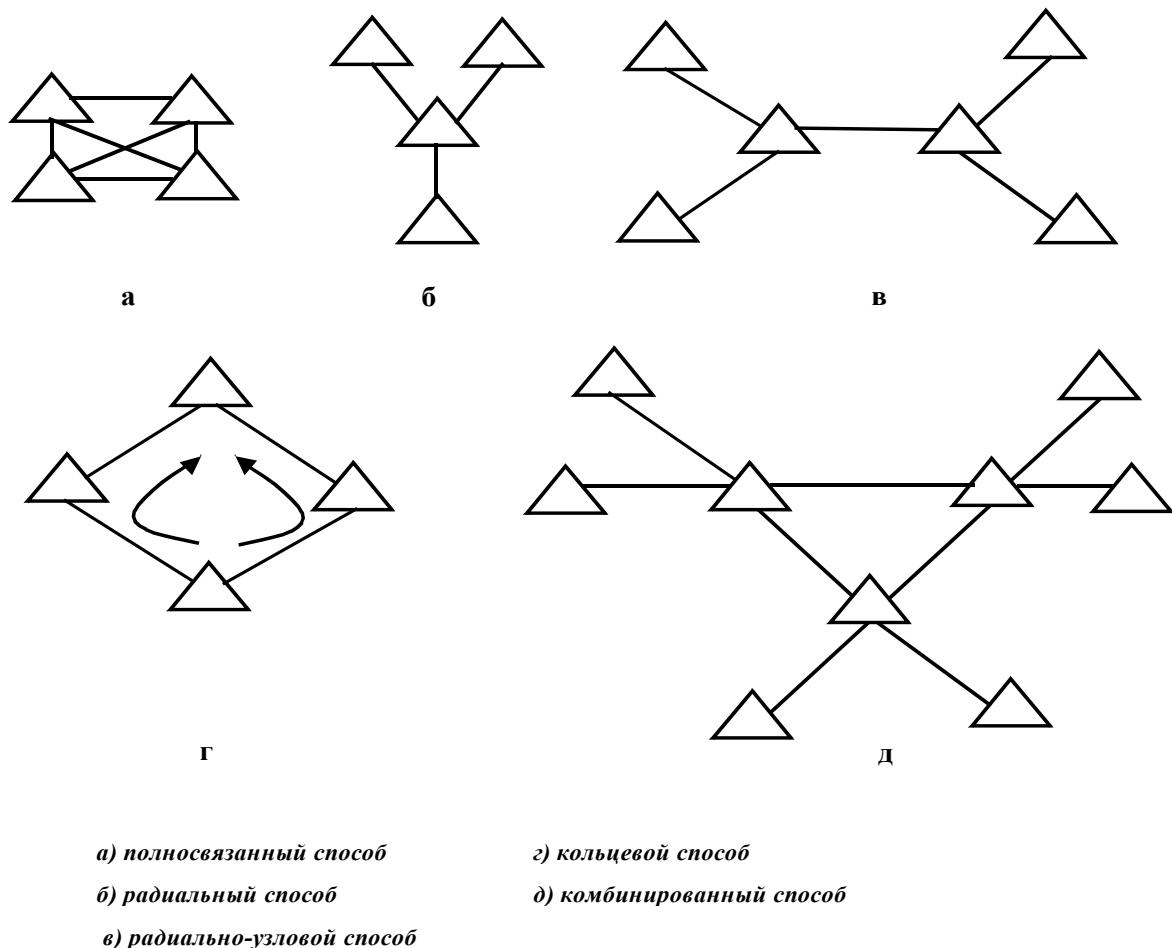


Рисунок 1.6 – Способы построения сетей связи

1.4 Эталонная модель взаимодействия открытых систем

Обмен информацией в телекоммуникационных сетях осуществляется по определенным, заранее оговоренным правилам (стандартам). Эти правила разрабатываются рядом международных организаций.

Взаимодействие в современных телекоммуникационных сетях организуется в соответствии с эталонной моделью взаимодействия открытых систем (ЭВОС), которая была предложена в 1980 году Международной организацией по стандартизации МОС (ISO – International Organisation for Standardisation) для вычислительных сетей. **Открытыми** называются системы, использующие одинаковые протоколы взаимодействия. **Протокол** – набор правил, регламентирующих взаимодействие для обмена сообщениями между независимыми устройствами или процессами.

Общая проблема связи состоит из двух частей:

- 1) первая часть касается сети связи – данные, передаваемые по сети должны поступить по назначению в правильном виде и своевременно;

2) вторая часть – обеспечение распознавания данных для дальнейшего использования – функции окончного оборудования пользователя.

Все задачи, решаемые для организации взаимодействия пользователей, разделены на семь групп – уровней эталонной модели (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Эталонная модель взаимодействия открытых систем

Три нижних уровня представляют услуги сети. Протоколы, реализующие эти уровни, должны быть предусмотрены в каждом узле сети. Четыре верхних уровня представляют услуги окончным пользователям и связаны с ними, а не с сетью. Нижние уровни используются для того, чтобы направлять данные от одного пользователя к другому. Верхние уровни решают задачи представления данных пользователю в такой форме, которую он может распознать. Выбор семи уровней продиктован следующими соображениями:

1) необходимо иметь достаточно уровней, чтобы каждый из них не был слишком сложным с точки зрения разработки протокола;

2) желательно иметь не слишком много уровней, чтобы их интеграция и описания не стали слишком сложными;

3) желательно выбрать естественные границы, чтобы родственные функции были собраны на одном уровне.

В эталонной модели модуль уровня n взаимодействует с модулями только соседних уровней ($n-1$) и ($n+1$).

Уровни модели выполняют следующие функции:

1) **Физический уровень** обеспечивает передачу последовательности бит в виде сигналов определенной физической природы со скоростью, соответствующей пропускной способности канала.

2) **Канальный уровень** формирует блоки данных – кадры, осуществляет управление доступом к передающей среде, обнаруживает и исправляет ошибки.

3) **Сетевой уровень** реализует функцию маршрутизации. Блоки данных сетевого уровня называются пакетами.

Физический, канальный и сетевой уровни являются сетезависимыми, поэтому их функционирование меняется в зависимости от типа сети связи.

4) **Транспортный уровень** занимает центральное место в иерархии уровней, обеспечивает взаимодействие процессов в подключаемых окончательных устройствах и сквозное управление движением пакетов между этими процессами. Наличие этого уровня освобождает пользователей от необходимости изучения всех функций коммутации, маршрутизации и отбора (секции) данных.

Четыре нижних уровня (физический, канальный, сетевой, транспортный) составляют транспортную сеть.

5) **Сеансовый уровень** обеспечивает поддержание диалога между процессами, выполняя функции по организации передачи данных и по синхронизации процедур взаимодействия (рисунок 1.8).

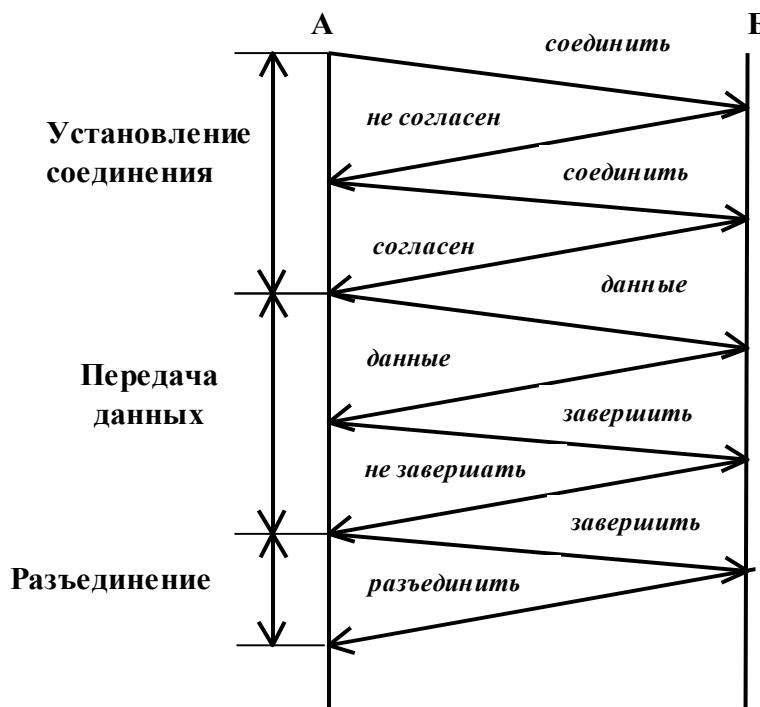


Рисунок 1.8 – Пример диалога в сети

6) **Уровень представления** обеспечивает интерпретацию данных. На этом уровне реализуется синтаксис (анализируется представление символов, формат страниц, кодирование и др.).

7) **Прикладной уровень** реализует функции, которые не могут быть приписаны предыдущим уровням. Протоколы прикладного уровня придают соответствующий смысл (семантику) обмениваемой информации. Прикладной уровень обеспечивает выполнение всех информационно-вычислительных процессов.

Многоуровневая организация взаимодействия порождает необходимость модификации информации на каждом уровне в соответствии с функциями уровня (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Взаимодействие уровней

При передаче на каждом уровне блок данных принимается от вышестоящего уровня, к данным добавляется управляющая информация и блок передается нижестоящему уровню. На приемном конце каждый уровень использует только соответствующий заголовок, не просматривая остальную часть принятого блока данных. Следовательно, уровни самостоятельны и изолированы друг от друга. Это позволяет удалять и заменять протоколы и программы отдельных уровней, не затрагивая остальную часть модели.

Многоуровневая организация обеспечивает независимость управления на уровне n от порядка функционирования нижних и верхних уровней:

- управление информационным каналом происходит независимо от физических принципов функционирования физического канала;
- управление сетью не зависит от способов обеспечения надежности информационного канала;

- транспортный уровень взаимодействует с сетью как с единой системой, обеспечивающей доставку сообщений пользователям;

- прикладной процесс создается только для выполнения определенных функций обработки данных без учета структуры сети, способов выбора маршрута, типа каналов связи и т.д.

Пользователи для организации взаимодействия опираются на *службу взаимодействия*. Взаимодействие между пользователями организуется средствами управления сеансами (уровень 5), которые работают на основе транспортного канала, обеспечивающего передачу сообщений в течение сеанса. Транспортный канал, создаваемый на уровне 4, включает в себя сеть связи, которая организует информационные каналы между пользователями (рисунок 1.10).

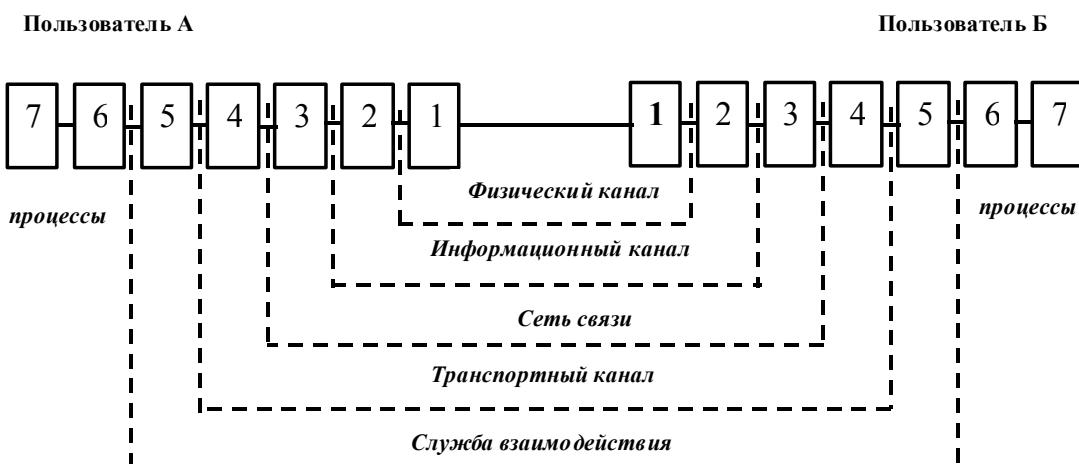


Рисунок 1.10 – Организация взаимодействия между пользователями

1.5 Методы коммутации в телекоммуникационных сетях

Система коммутации выполняет задачу распределения информационных потоков.

Известны два основных принципа коммутации:

1) непосредственное соединение (коммутация без запоминания передаваемой информации);

2) соединение с накоплением информации (коммутация с запоминанием).

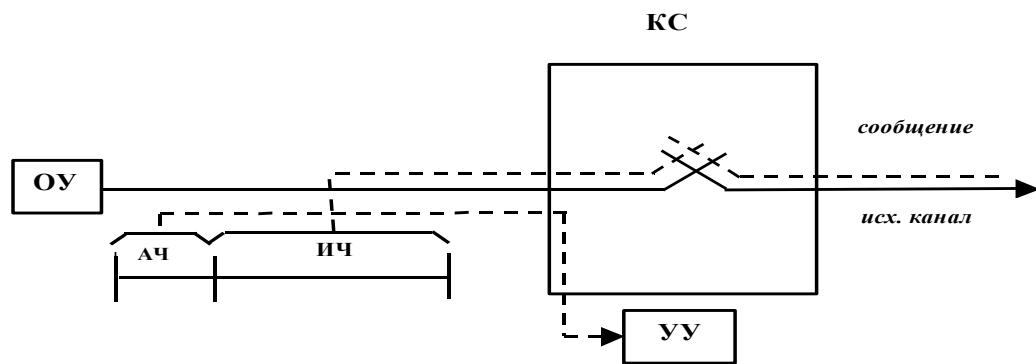
Непосредственное соединение (коммутация каналов)

При коммутации каналов осуществляется физическое соединение входящих линий с исходящими линиями по соответствующему адресу (рисунок 1.11).

Достоинства метода коммутации каналов:

- возможность организации “диалога”, т.к. время задержки в передаче сообщения невелико;

- абоненты имеют возможность вести передачу сообщений после установления соединения независимо от нагрузки, поступающей от других абонентов.



КС - коммутационная система

АЧ – адресная часть

УУ – устройство управления

ИЧ – информационная часть

Рисунок 1.11 – Коммутация каналов

Недостаток. В случае отсутствия свободных каналов в требуемом направлениизывающий пользователь получает отказ в установлении связи, поэтому системы КК называются системами с отказами (потерями вызовов).

Потерянными вызовами называют вызовы, не закончившиеся передачей сообщения по вине коммутационной системы.

Потери оцениваются по отношению числа потерянных вызовов к общему числу поступивших и является качественным показателем обслуживания.

$$P = C_{nom} / C_{nosc}$$

где C_{nom} – число потерянных вызовов;

C_{nosc} – общее число поступивших вызовов.

Установление соединения путем коммутации каналов проходит следующие фазы:

1) *направление заявки на соединение*, для чегозывающий абонент с помощью вызывного устройства посыпает по абонентской линии в коммутационную систему заявку на соединение, содержащую условный адрес вызываемого абонента;

2) *организация сквозного физического канала* – оборудование коммутационной системы по полученной заявке осуществляет соединение соответствующих абонентских линий, если абоненты принадлежат одной коммутационной системе, или магистральных линий между коммутационными системами, к которым принадлежат участвующие в сеансе связи абоненты. После организации сквозного каналазывающий абонент получает из коммутационной системы сигнал установления соединения, а вызываемый абонент – сигнал вызова;

3) *передача сообщений между абонентами*;

4) *разрушение соединения* - после завершения сеанса передачи и получения от абонента сигнала отбоя аппаратура коммутационной системы разрушает установленное соединение.

Коммутация с запоминанием

В системах с накоплением информации пользователь не получает отказа в случае отсутствия свободных каналов. Его сообщение временно записывается в память УУ коммутационной станции и выдается дальше после освобождения канала, поэтому системы с накоплением называются *системами с ожиданием*.

Известны две разновидности коммутации с накоплением:

1) **Коммутация сообщений** - в системах с накоплением информации пользователь не получает отказа в случае отсутствия свободных каналов. Его сообщение временно записывается в память УУ коммутационной станции и выдается дальше после освобождения канала, поэтому системы с накоплением называются *системами с ожиданием* (рисунок 1.12). Данный метод нашел применение на телеграфной сети общего пользования.

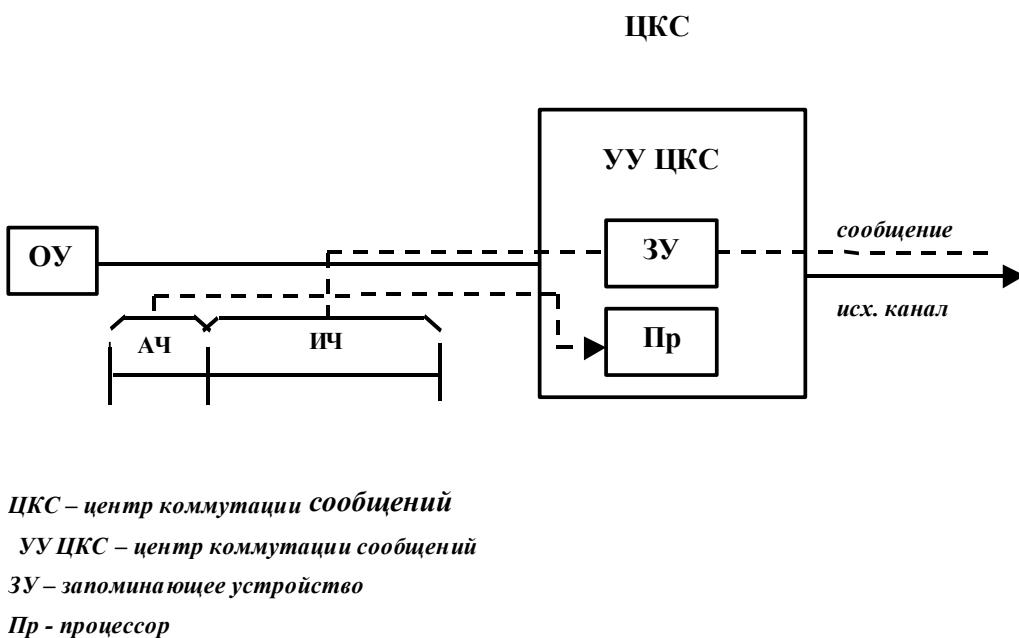


Рисунок 1.12 – Коммутация сообщений

2) **Коммутация пакетов** – исходящее сообщение делится на «пакеты», каждый из которых содержит часть полезной информации и заголовок (рисунок 1.13). Заголовок первого пакета содержит характеристику сообщения: адреса исходящего, входящего пунктов, количество пакетов в сообщении и другое. В остальных пакетах в заголовок может включаться идентификатор, определяющий принадлежность пакета к сообщению, порядковый номер пакета.

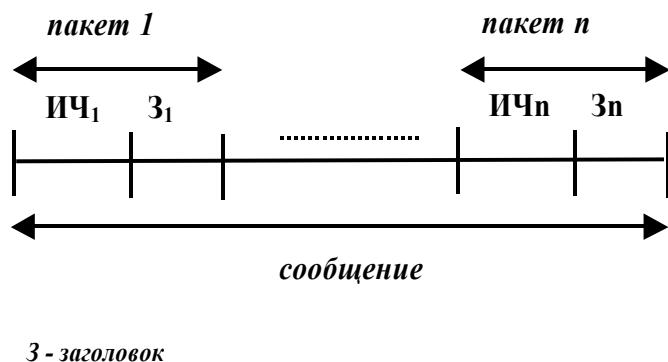


Рисунок 1.13 – Коммутация пакетов

Существуют два способа доставки сообщений:

- **дейтаграммный (датаграммный)**, при котором пакеты движутся по сети независимо друг от друга любыми свободными маршрутами;
- **виртуальное соединение**, при котором передача сообщений идет в виде последовательности связанных в цепочки пакетов через память управляющих устройств центров коммутации пакетов (ЦКП), функции которых могут выполнять современные цифровые системы коммутации (ЦСК). Данный способ позволяет соединить достоинство метода коммутации каналов (передачу сообщений в естественной последовательности) и достоинство метода коммутации пакетов (высокую скорость передачи сообщений).

Для коммутации сообщений характерны следующие фазы установления соединения:

- 1) *направление заявки на соединение* – вызывающий абонент передает в ЦСК сообщение вместе с условным адресом вызываемого абонента;
- 2) *запоминание сообщения* – в ЦСК сообщение запоминается, а и по адресу определяется канал передачи;
- 3) *передача сообщения*.

Если канал к соседнему ЦСК свободен, то сообщение немедленно туда передается, где повторяется та же операция. Если канал к соседнему ЦСК занят, то сообщение хранится в памяти до освобождения канала.

Сообщения устанавливаются в очередь по направлениям передачи с учетом категории срочности.

Для коммутации пакетов присущи следующие фазы установления соединения:

- 1) *Направление заявки на соединение* – вызывающий абонент передает в ЦКП сообщение вместе с условным адресом вызываемого абонента.
- 2) *Представление сообщения в виде пакетов*. Если разбиение на пакеты происходит в ЦКП, то дальнейшая передача пакетов осуществляется по мере их формирования, не дожидаясь окончания приема в ЦКП всего сообщения.
- 3) *Передача пакетов*. Если канал к соседнему ЦКП свободен, то пакет немедленно передается на соседний ЦКП, где повторяется та же операция. Если канал к соседнему ЦКП занят, то пакет определенное время может храниться в памяти УК до освобождения канала.

В таблице 1.2 приведены для сравнения характеристики сетей с различными методами коммутации.

Таблица 1.2 – Сравнительная характеристика сетей с различными методами коммутации

Коммутация каналов	Коммутация сообщений	Коммутация пакетов
Реализуется на базе временного прямого электрического соединения	Отсутствует прямое электрическое соединение	Отсутствует прямое электрическое соединение
Отсутствует накопление сообщений	Сообщение накапливается во внешнем запоминающем устройстве	Накапливаются небольшие части сообщений в оперативном запоминающем устройстве
Возможен обмен в реальном времени, возможен диалог	Диалог невозможен	Диалог возможен
Тракт организуется на время длительности одного соединения	Тракт устанавливается для каждого сообщения между соседними ЦКС	Тракт устанавливается для каждого пакета или на время сеанса
Основная задержка - при установлении соединения	Основная задержка - при передаче	Небольшие задержки при установлении соединения и передаче
Сеть работает как система с отказами	Сеть работает как система с ожиданием	Сеть работает как система с ожиданием и отказами
При перегрузке имеют место отказы	При перегрузке возрастают задержки в доставке	При перегрузке возрастают задержки в доставке, но они существенно меньше, чем в сетях с КС. Также возникают и отказы, но вероятность их на порядок меньше, чем в сети с КК
Защита сообщений выполняется пользователем	Основные функции защиты реализуются в сети	Основные функции защиты реализуются в сети
Невозможны преобразования скоростей, кодов, форматов	Возможны преобразования скоростей, кодов, форматов	Возможны преобразования скоростей, кодов, форматов
Экономичная сеть при низких объемах нагрузки	Экономичная сеть при больших объемах нагрузки	Экономичная сеть при больших объемах нагрузки

1.6 Стандартизация в области телекоммуникаций

Одной из проблем при построении и дальнейшей эксплуатации телекоммуникационных сетей является совместимость оборудования различных производителей. Кроме того, для эффективного функционирования различных элементов сетей необходимо использование единых протоколов их взаимодействия. С этой целью организациями по стандартизации в области телекоммуникаций ведется разработка соответствующих стандартов. Членами таких организаций, как правило, являются государственные учреждения и известные фирмы-производители разных стран. Выпуск стандартов происходит в несколько этапов: разработка проектов стандартов, голосование и официальный выпуск. Наиболее известными организациями стандартизации в области телекоммуникаций являются [13]:

1) *Международный союз электросвязи МСЭ (ITU – International Telecommunications Union)*, который осуществляет координацию работ по стандартизации в телекоммуникациях и в настоящее время включает в себя три сектора:

- *ITU-T* – сектор стандартизации по телекоммуникациям, организованный для разработки стандартов в области телекоммуникаций (стандарты называются *рекомендациями*, которые объединяются в серии, обозначаемые латинскими буквами с соответствующим порядковым номером);
- *ITU-R* – сектор радиосвязи, который рассматривает вопросы радиосвязи и координирует распределение частот для радио- и телевизионных служб, спутниковой связи, а также рассматривает технические аспекты мобильной связи;
- *ITU-D* – сектор развития, который решает вопросы экономического, социального и культурного развития.

2) *Международная организация по стандартизации (OSI - International Standards Organization)*, которая является автором стандартом в различных областях деятельности, включая стандарты по телекоммуникациям (например, эталонная модель взаимодействия открытых систем ЭВОС).

3) *Европейская конференция администраций почт и электросвязи (CEPT – Conference of European Posts and Telegraphs)*, в сферу деятельности которой входит кооперация участников телекоммуникационного рынка, а также стандартизация по техническим и организационным вопросам.

4) *Европейский институт в области стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI – European Telecommunications Standards Institute)*, который был создан организацией СЕРТ и, который определяет техническую политику в области телекоммуникаций для стран-членов Европейского сообщества.

5) *Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers)*, которая является организацией по разработке стандартов для сетей (наиболее известным стандартом является стандарт для локальных вычислительных сетей LAN).

6) *Американский национальный институт стандартизации (ANSI – American National Standards Institute)*, который является координирующим органом групп по стандартизации в США. Наиболее известными группами по стандартизации в США являются:

- *TIA (Telecommunication Industrial Association)* – ассоциация телекоммуникационной промышленности;
- *EIA (Electronic Industrial Association)* – ассоциация электронной промышленности.

7) *Федеральная комиссия по связи (FCC – Federal Communication Commission)*, которая является правительственной организацией в США, занимающейся регулированием в отрасли связи, в том числе распределением спектра радиочастот.

В России работы по стандартизации и регулированию в области телекоммуникаций проводит Министерство информатизации и связи РФ, а также его подразделения: комиссия по электросвязи, комиссия по радиочастотам, комиссия по информатизации. Для надзора за выполнением условий лицензий для участников телекоммуникационного рынка России осуществляется государственный надзор за связью и информатизацией.

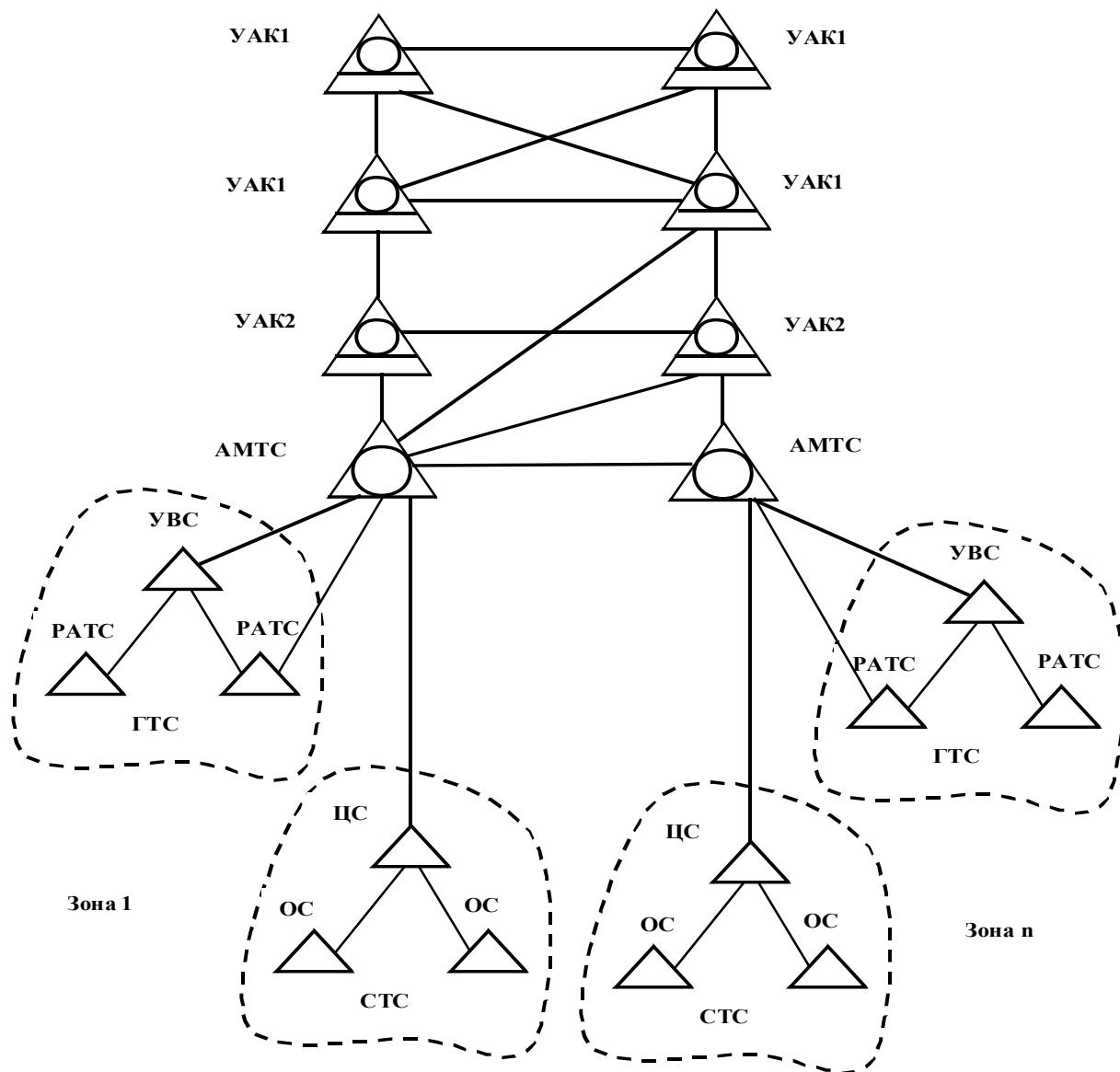
Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое телекоммуникационная система?
- 2 Что такое телекоммуникационная сеть?
- 3 Как называются устройства, обеспечивающие преобразование сообщений в электрические сигналы?
- 4 Каковы основные этапы развития сетей связи в России?
- 5 Какие виды сетей входят в состав ЕСЭ РФ?
- 6 По каким признакам классифицируются сети ЕСЭ РФ?
- 7 Каковы основные способы построения телекоммуникационных сетей?
- 8 В соответствии с чем организуется взаимодействие телекоммуникационных сетях?
- 9 Какие задачи решают уровни эталонной модели ВОС?
- 10 Каким образом осуществляется взаимодействие между уровнями в модели ВОС?
- 11 В чем сущность метода коммутации каналов?
- 12 Какие фазы характерны для метода коммутации каналов?
- 13 В чем сущность метода коммутации сообщений?
- 14 Какие фазы характерны для метода коммутации сообщений?
- 15 В чем сущность метода коммутации пакетов?
- 16 Какие фазы характерны для метода коммутации пакетов?
- 17 В чем сущность дейтаграммного способа доставки сообщений?
- 18 Что такое виртуальное соединение?
- 19 С какой целью разрабатываются стандарты и рекомендации в области телекоммуникаций?
- 20 Какие международные организации разрабатывают стандарты и рекомендации в области телекоммуникаций?

2 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ

2.1 Общегосударственная система автоматической телефонной связи

Общегосударственная система автоматизированной телефонной связи (ОГСТфС) предназначена для удовлетворения населения и предприятий в передаче сообщений пользователей как в пределах страны, так и выход на международную телефонную сеть [26]. Схема построения ОГСТфС показана на рисунке 2.1 [1]



УАК – узел автоматической коммутации

УВС – узел входящих сообщений

ЦС – центральная станция

ОС – оконечная станция

Рисунок 2.1 – Структурная схема ОГСТфС

ОГСТфС предоставляет два вида услуг:

- 1) *услуги доставки (передачи) информации* – передача речевых, факсимильных сообщений, электронной почты, передача данных;
- 2) *специальные услуги* - информационно-справочные, заказные, дополнительные.

Специальные услуги предоставляют службы сервиса автоматически или с помощью оператора. К службам сервиса относятся:

- справочная местной телефонной сети;
- справочная точного времени;
- заказная междугородной телефонной сети (принимает заказы на международные и международные разговоры);
- справочная междугородной и международной сети;
- заказная ремонта местной телефонной сети.

Дополнительные услуги (дополнительные виды обслуживания ДВО) могут предоставляться общесетевыми службами или коммутационной системой, куда подключена линия абонента. К ДВО относятся следующие услуги:

- сокращенный набор номера;
- переадресация входящего вызова на другой аппарат;
- возможность получить справку во время разговора с одним из пользователей с возможностью возврата к прежнему собеседнику без повторного набора номера;
- конференц-связь.

2.2 Построение городских телефонных сетей (ГТС)

2.2.1 Нерайонированная ГТС

Простейшей ГТС является нерайонированная ГТС. На такой сети устанавливается одна телефонная станция, куда включаются абонентские линии (рисунок 2.2).

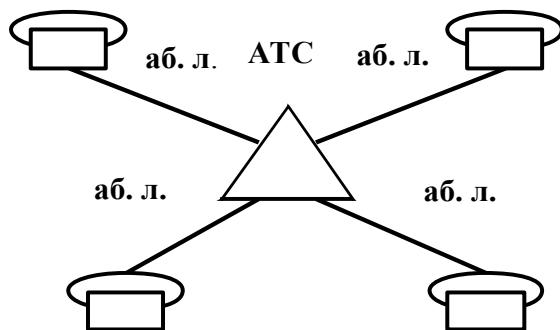


Рисунок 2.2 – Нерайонированная ГТС

Нерайонированные ГТС используются в городах с небольшой емкостью и обслуживаемой территорией.

Нумерация на сети может быть:

- Четырехзначная (если емкость АТС не превышает 10000 номеров):

Т С Д Е, номер АЛ	Т – номер тысячной абонентской группы, С – номер сотенной абонентской группы, ДЕ – номер линии внутри сотенной группы
-----------------------------	---

В этом случае максимальная емкость сети 8000 номеров, т. к. в качестве первой цифры номера нельзя использовать цифры 0 и 8 (0, в дальнейшем 1 – выход на узел спецслужб; 8, в дальнейшем 0 – выход на АМТС);

- Пятизначная:

Д Т Т С Д Е, номер АЛ	ДТ –номер десятитысячной абонентской группы, Т – номер тысячной абонентской группы, С – номер сотенной абонентской группы, ДЕ – номер линии внутри сотенной группы
---------------------------------	---

В этом случае в городских районах с высокой плотностью абонентов устанавливаются концентраторы, которые содержат часть коммутационного оборудования цифровой АТС.

Максимальная емкость сети 80000 номеров.

2.2.2 Районированная ГТС

При увеличении абонентской емкости и размеров обслуживаемой территории для уменьшения затрат на линейные сооружения целесообразно строить ГТС по принципу районирования. В этом случае территория города разбивается на районы. В каждом из районов размещается районная АТС (РАТС), в которую, как правило, включаются 10000 абонентов этого района. РАТС соединяются между собой по принципу «каждая с каждой» (рисунок 2.3)

Максимальная емкость сети 80000 номеров, т. к. в качестве первой цифры номера нельзя использовать цифры 0 (в дальнейшем 1) и 8 (в дальнейшем 0). Экономически выгодная емкость 50-60 тыс. номеров.

При таком построении ГТС капитальные затраты на линейные сооружения сокращаются за счет существенного уменьшения протяженности абонентских линий, имеющих низкий коэффициент использования и введения соединительных линий с высоким коэффициентом использования.

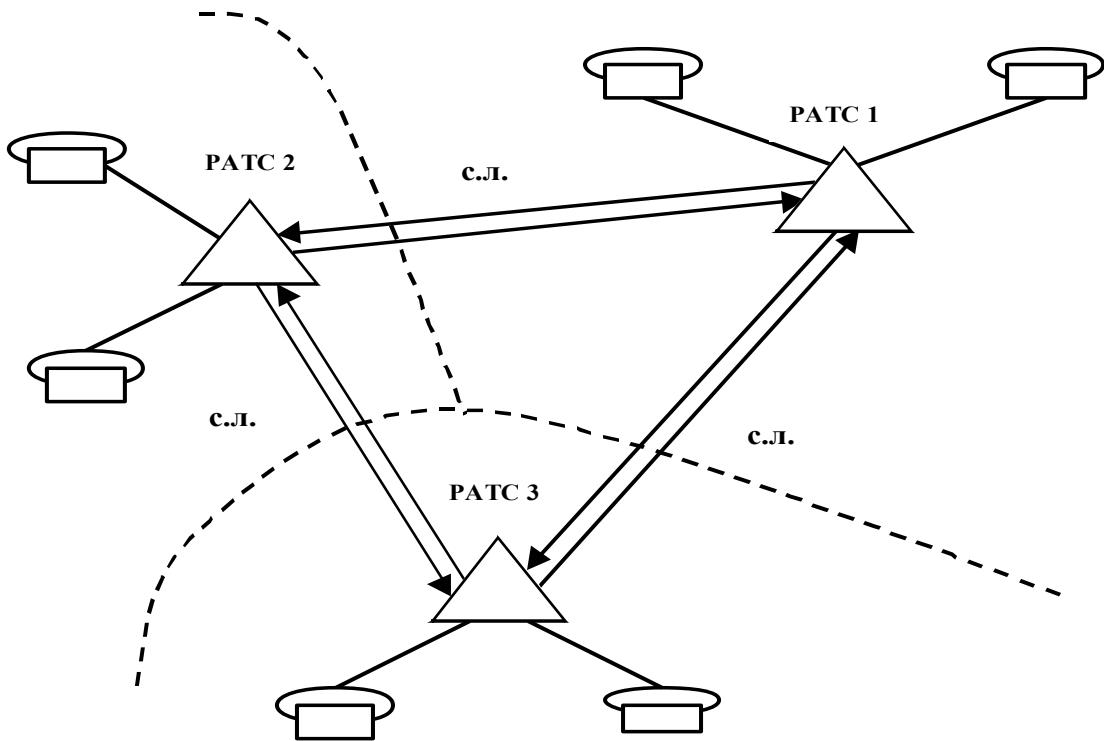


Рисунок 2.3 – Районированная ГТС

2.2.3 ГТС с узлами входящих сообщений (УВС)

При большом числе районных АТС организация межстанционной связи по принципу «каждая с каждой» приводит к увеличению числа пучков соединительных линий, в которых понижается пропускная способность линий. Одним из наиболее эффективных способов повышения использования межстанционных линий является применение на ГТС коммутационных узлов для концентрации нагрузки. При увеличении емкости свыше 50-60 тысяч номеров на ГТС используются узлы входящих сообщений (УВС).

При таком построении сети территория города делится на узловые районы. Внутри узлового района ПАТС связываются по принципу «каждая с каждой». Связь между ПАТС разных узловых районов осуществляется через УВС (рисунок 2.4).

Нумерация на сети шестизначная:

И1	И2	Т С Д Е
код 100-тыс. гр. (код УВС)	код 10-тыс. гр. (номер ПАТС в УВС)	номер АЛ
код ПАТС на сети (код 10тыс. абонентской группы)		

Максимальная емкость сети 800000 номеров. Экономически выгодная емкость 500-600 тыс. номеров.

1-ая 100тыс. группа

2-ая 100тыс. группа

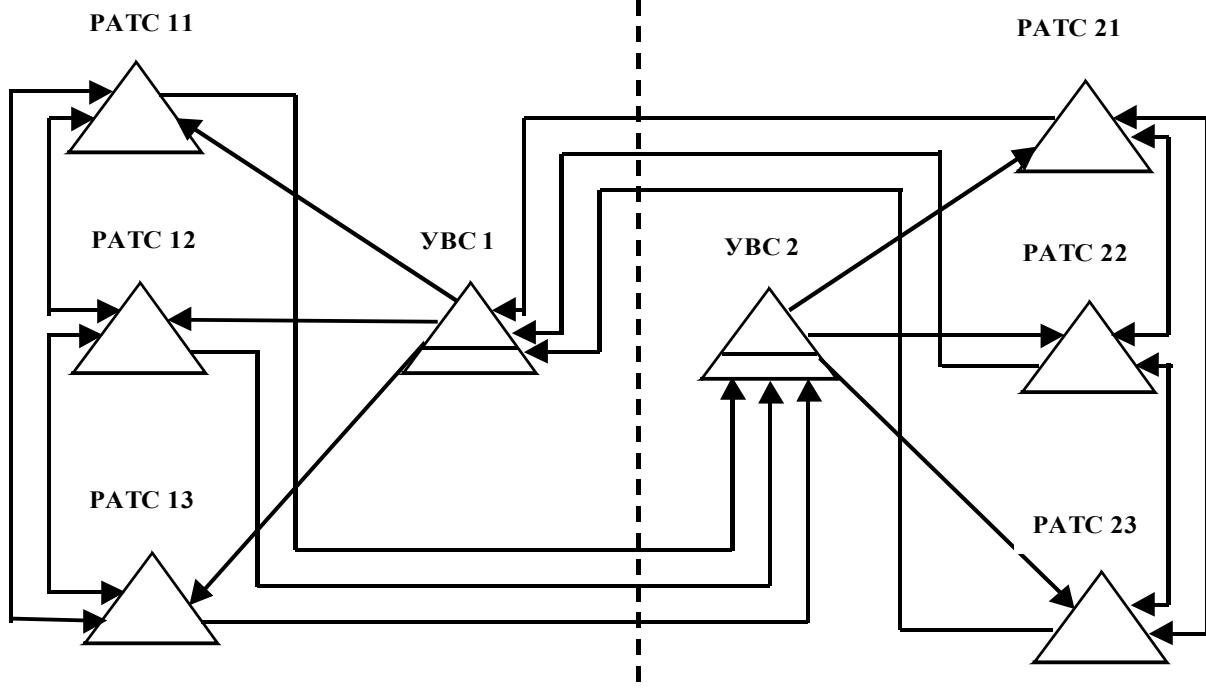
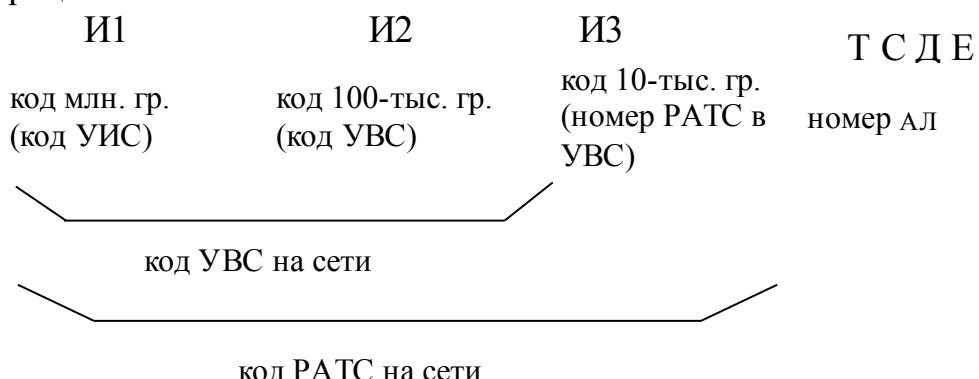


Рисунок 2.4 – ГТС с УВС

2.2.4 ГТС с узлами исходящих (УИС) и входящих сообщений (УВС)

При емкости свыше 500-600 тыс. номеров даже при наличии на сети УВС количество пучков соединительных линий становится очень большим, а эффективность использования уменьшается. В этом случае территория города делится на узловые районы емкостью до 100 тыс. номеров каждый. Для установления соединений между РАТС разных узловых районов в каждом узловом районе вводят коммутационные узлы исходящих сообщений УИС, в которых объединяется исходящая нагрузка станций других узловых районов, и распределяется по направлениям к УВС своего узлового района (максимально 10 УВС в узловом районе) (рисунок 2.5).

Нумерация на сети семизначная:



Максимальная емкость сети 8000000 номеров. Экономически выгодная емкость 5-6 млн. номеров.

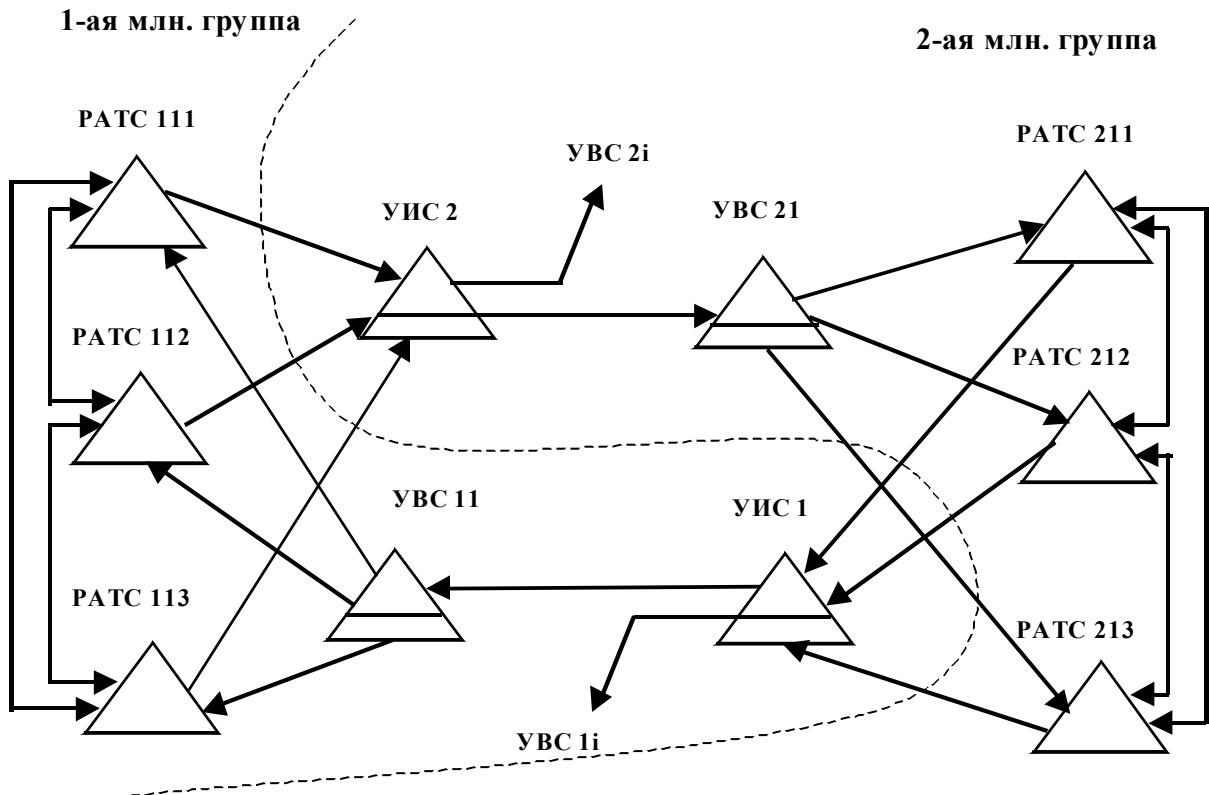


Рисунок 2.5 – ГТС с УИС и УВС

2.3 Перспективы развития ГТС

2.3.1 Стратегия перехода от аналоговых ГТС к цифровым

Преобразование аналоговых вторичных сетей в цифровые – актуальная задача для ТфОП России. Возможны различные пути перехода от аналоговым сетям к цифровым. Для крупных сетей этот переход можно реализовать в несколько этапов:

- 1) замена всех аналоговых межстанционных линий цифровыми;
- 2) замена всех аналоговых систем коммутации (АСК) цифровыми системами коммутации (ЦСК);
- 3) создание цифровой сети с интеграцией обслуживания ЦСИО (сведения по ЦСИО представлены в разделе 11).

Может быть использована другая стратегия перехода – внедрение «наложенной» цифровой сети, которая создается наряду с уже существующей аналоговой сетью. Такая стратегия позволяет минимизировать единовременные затраты, так как в момент ввода первых ЦСК возможно создание полностью цифрового участка сети, в пределах которого информация между абонентами может передаваться в цифровой форме. Кроме того, часть услуг цифровой сети смогут получать и абоненты аналоговой сети, благодаря специально организованному доступу к ресурсам наложенной сети.

Варианты построения «наложенной» цифровой сети зависят от емкости и структуры существующей аналоговой сети.

При создании «наложенной» сети на аналоговой ГТС без узлов вновь вводимые АТС должны быть связаны со всеми РАТС данной ГТС цифровыми

трактами с установкой оборудования аналогово-цифрового преобразования (АЦП) на стороне аналоговых АТС.

При введении следующих станций необходимо решать вопрос рационального подключения данных станций к существующей ГТС. Возможны три основных способа подключения вновь вводимых РАТС [6]:

1) организация прямых пучков соединительных линий между каждой цифровой и каждой аналоговой РАТС («каждая с каждой»);

2) использование ранее введенных в сеть цифровых РАТС в качестве транзитных станций для вновь вводимых станций. При этом связь вводимых РАТС с аналоговой ГТС будет осуществляться через транзитную станцию;

3) комбинированное решение, основанное на сочетании перечисленных ранее вариантов.

2.3.2 Структура цифровых ГТС

Цифровые АТС позволяют реализовать более экономичные структуры ГТС по сравнению с аналоговыми АТС. Основные особенности перспективных структур ГТС с цифровыми АТС (ЦСК, АТСЭ) следующие:

- широкое использование выносных концентраторов (часть аппаратно-программных средств ЦСК, приближенных к местам группирования пользователей), что позволяет строить более гибкую сеть, сокращает протяженность абонентских линий и уменьшает затраты на управление и обслуживание

- комбинированное использование оборудования АТС (РАТС, РАТС и УВС, УИВС, РАТС и УИВС, РАТС и АМТС и т. д.);

- возможность использования двухсторонних соединительных линий;

- применение обходных направлений;

- использование системы общеканальной системы сигнализации ОКС№7 (раздел 7, п. 7.3);

- предоставление абонентам значительного числа дополнительных видов обслуживания;

- создание на сети центров технической эксплуатации.

Структура цифровой сети может быть существенно упрощена по сравнению с аналоговой сетью. Это связано, прежде всего, с тем, что нет никаких жестких ограничений максимальной емкости ЦСК (количества абонентских и соединительных линий), какие существуют для аналоговых станций. Поэтому для построения цифровой сети заданной емкости требуется меньшее количество станций, чем для построения аналоговой сети.

Еще одно важное отличие цифровой сети от аналоговой – отсутствие ограничений на расстояние между станциями и узлами благодаря использованию систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ). Это позволяет строить цифровую ГТС как одноуровневую, т. е. без узлов. Станции такой сети могут быть связаны по принципу «каждая с каждой» ИКМ-трактами (рисунок 2.6) [26].

Эти станции могут использоваться как оконечные или как совмещенные (оконечные и транзитные). Для обмена сигнальными сообщениями при

межстанционной связи в сети используется система общеканальной сигнализации ОКС №7. Данная система сигнализации является эффективным транспортным средством, передающим не только сигнальные сообщения пользователей, но и команды управления сетью и данные технической эксплуатации.

На цифровой ГТС широко используются концентраторы, так как это позволяет снизить затраты на абонентскую сеть (сеть доступа пользователей к цифровой сети).

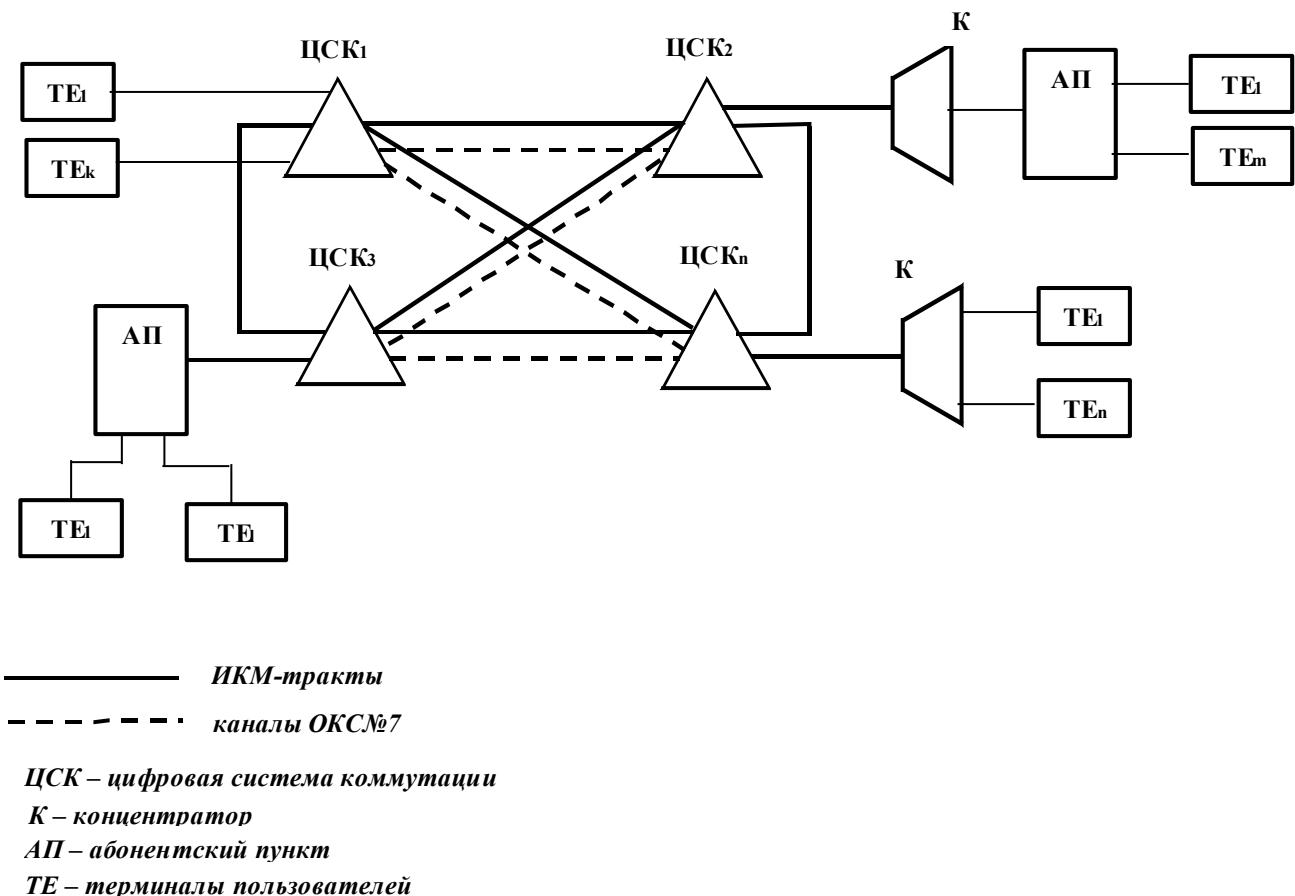


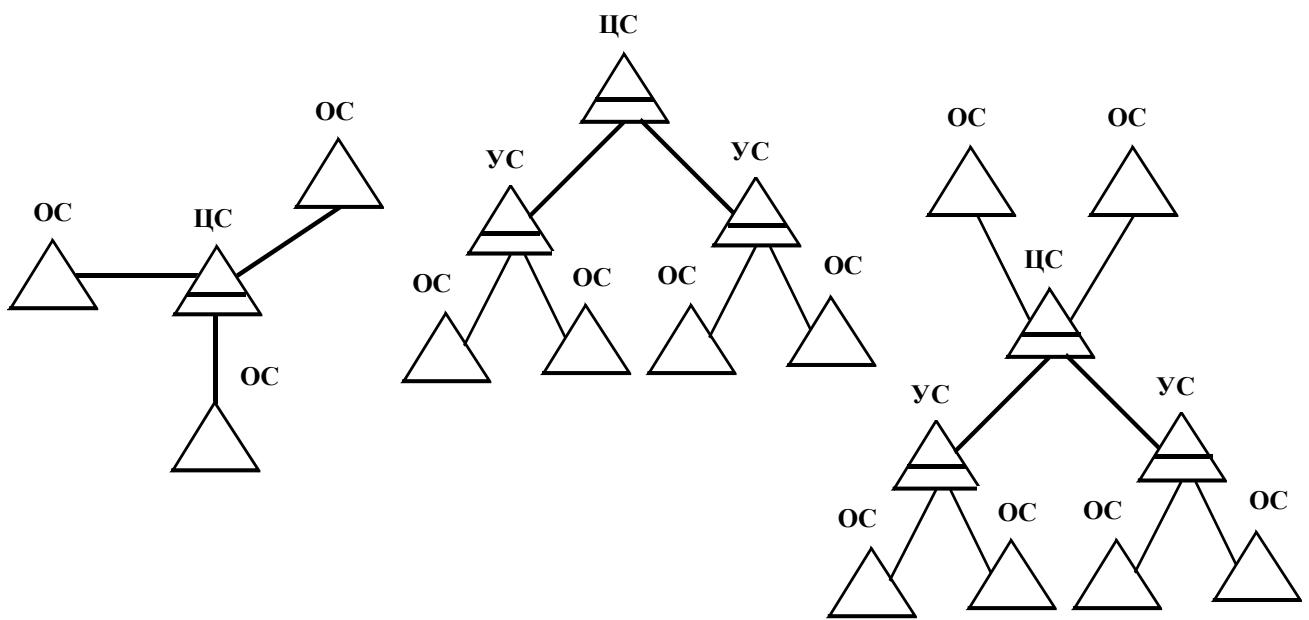
Рисунок 2.6 – Цифровая одноуровневая ГТС

2.4 Построение сельских телефонных сетей (СТС)

Различают следующие способы построения сельских телефонных сетей:

- 1) радиальный (рисунок 2.7, а);
- 2) радиально-узловой (рисунок 2.7, б);
- 3) комбинированный (рисунок 2.7, в).

Основой СТС является *центральная станция* (ЦС), в которую включаются линии от вышестоящей АМТС, соединительные линии от оконечных станций (ОС), а при радиально-узловом построении и от узловых станций (УС). Центральная станция устанавливается в районном центре и обычно имеет емкость до 1000-2000 номеров. *Узловые станции* концентрируют нагрузку от ОС и включаются в ЦС. *Окончная станция* предназначена для подключения абонентов.



ЦС – центральная станция

УС – узловая станция

ОС – оконечная станция

Рисунок 2.7 – Способы организации СТС

2.5 Внутризоновые телефонные сети

Вся территория страны делится на зоны с единой системой нумерации. Как правило, территории телефонных зон совпадают с территориями областей и республик. Однако территории нескольких областей могут быть объединены в одну зону и, наоборот, одна область может быть разделена на две зоны. Крупные города с семизначной нумерацией выделяются в самостоятельные зоны.

Каждая внутризоновая сеть включает в себя городские и сельские телефонные сети (СТС). Коммутационным центром зоны является автоматическая междугородная телефонная станция (АМТС), через которую осуществляется выход на другие внутризоновые сети, а также связь внутри зоны между местными станциями.

Наиболее распространенным вариантом организации внутризоновой сети является вариант с одной АМТС в зоне. В этом случае внутризоновая сеть строится по радиальному принципу, где роль узла выполняет АМТС, которая также является окончной станцией междугородной сети. В АМТС включаются центральные станции (ЦС) сельской сети и РАТС городской сети. РАТС соединяются с АМТС либо непосредственно, либо, через узлы городской сети (УИС и УВС). Между местными сетями и АМТС имеются соединительные линии:

- исходящие – заказно-соединительные линии (зсл) в направлении к АМТС;

- входящие – соединительные линии междугородные линии (слм) от АМТС к местным сетям (на стороне городских АТС слм заканчиваются на входах УВСМ).

Схема построения внутризоновой телефонной сети показана на рисунке 2.8.

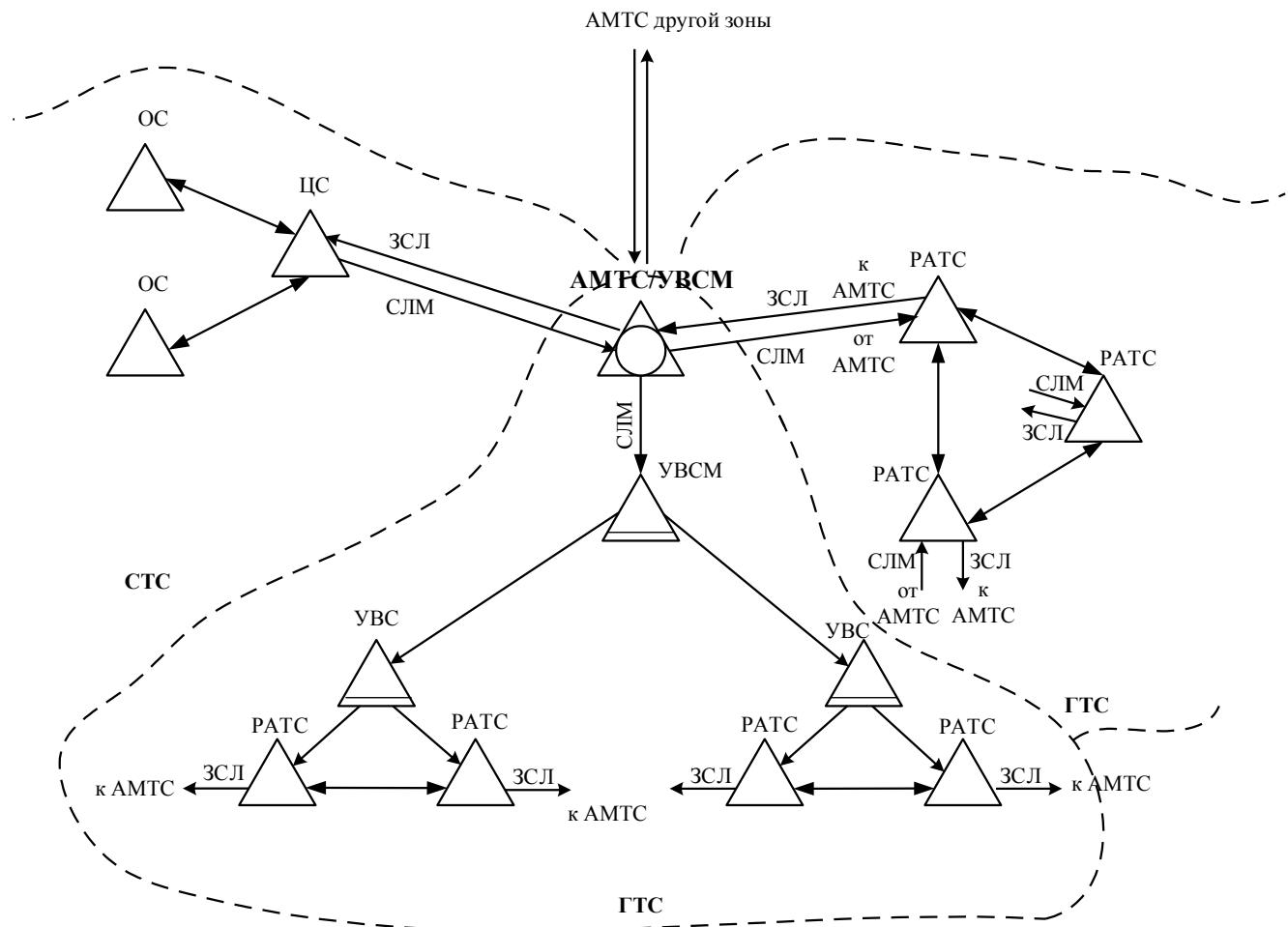
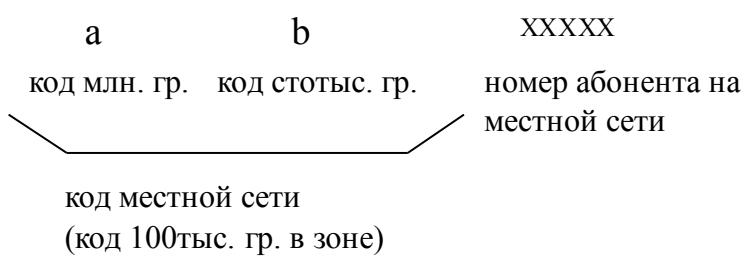


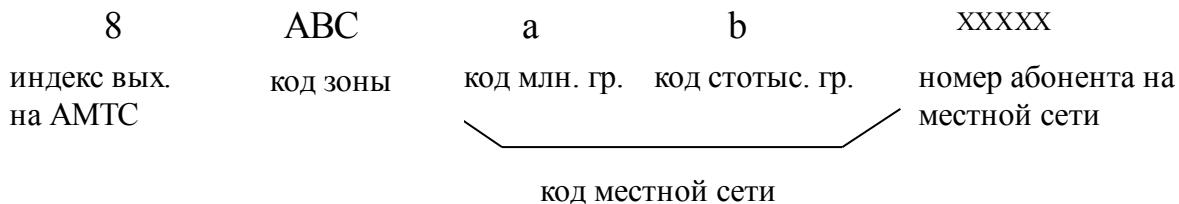
Рисунок 2.8 – Схема построения внутризоновой телефонной сети

В пределах зоны нумерация семизначная:



В качестве первой цифры а могут быть использованы любые цифры, кроме 0 (в дальнейшем 1) и 8 (в дальнейшем 0). В стотысячной группе номер пятизначный XXXXX. Так как число стотысячных групп в зоне нумерации не может превышать 80, то максимальная емкость внутризоновой сети 8 млн. номеров.

Порядок набора номера при внутризоновой связи:



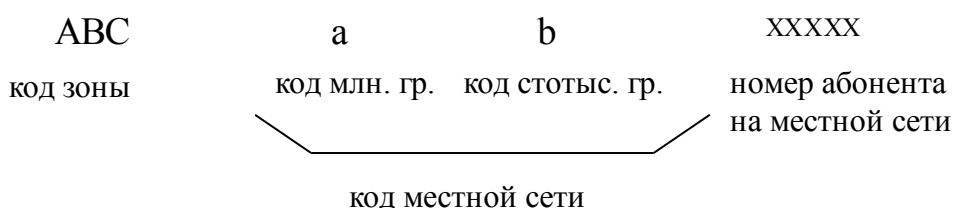
2.6 Организация междугородной сети

Междугородная телефонная сеть предназначена для установления соединений между АМТС различных зоновых сетей и включает АМТС, узлы автоматической коммутации первого класса (УАК1) и второго класса (УАК2), пучки телефонных каналов, связывающие станции и узлы между собой. АМТС являются окончательными станциями междугородной сети. На УАК устанавливаются только транзитные соединения.

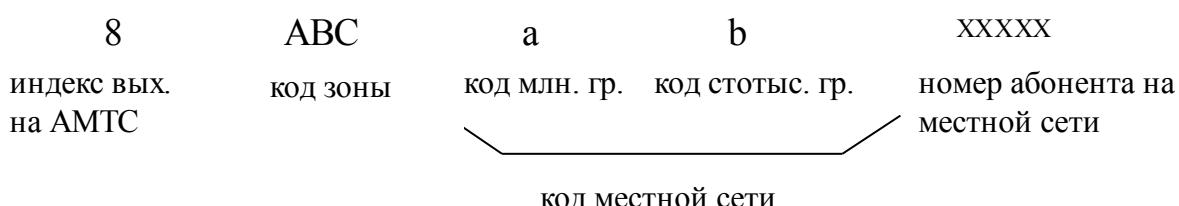
Вся территория страны разделена на транзитные территории, каждая из которых имеет УАК1. Все УАК1 соединяются между собой по принципу «каждый с каждым» пучками высокого качества. Каждая АМТС, расположенная на транзитной территории, соединяется с УАК1 этой территории и еще с одним УАК1 междугородной сети либо непосредственно, либо через УАК2 пучками высокого качества. УАК2 создаются при наличии технико-экономической целесообразности для замыкания нагрузки между группой АМТС одной транзитной территории и выхода к УАК1.

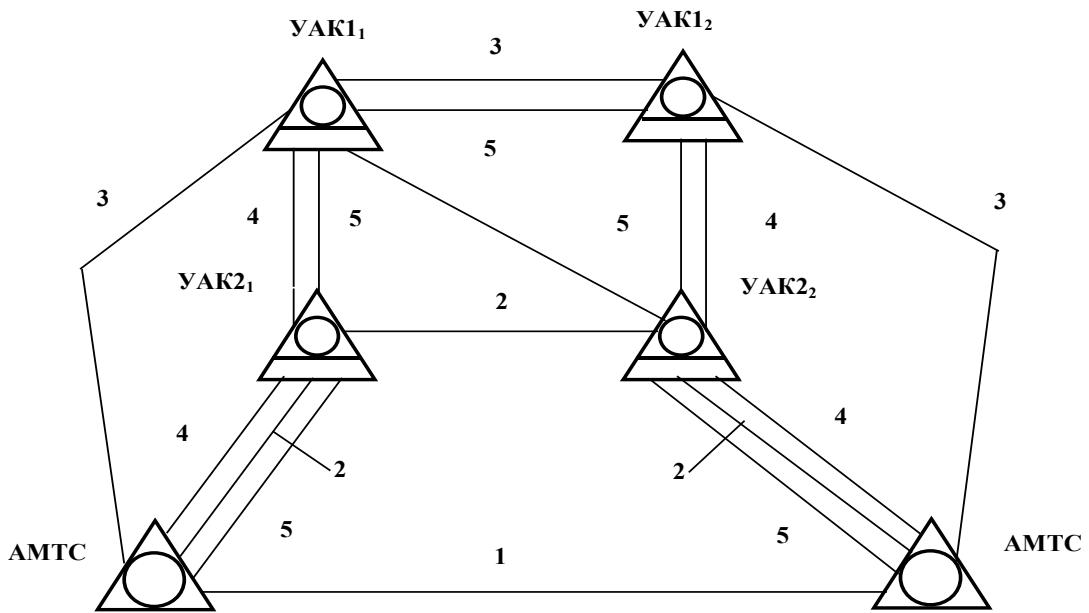
Число УАК в соединительном тракте не должно превышать четырех, т. е. в соединительном тракте на междугородной сети не быть более пяти коммутируемых участков (рисунок 2.9). Самый длинный путь по числу коммутируемых участков между АМТС: АМТС – УАК2 – УАК1 – УАК1 – УАК2 – АМТС (путь последнего выбора).

Нумерация на сети десятизначная:



Порядок набора номера при междугородной связи:





Возможные виды соединений:

- 1 AMTC - AMTC
- 2 AMTC – YAK2₁ – YAK2₂ - AMTC
- 3 AMTC — YAK1₁ – YAK1₂ - AMTC
- 4 AMTC – YAK2₁ – YAK1₁ - YAK2₂ - AMTC
- 5 AMTC – YAK2₁ – YAK1₁ – YAK1₂ - YAK2₂ - AMTC

Рисунок 2.9 – Виды соединений на междугородной телефонной сети

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назначение общегосударственной системы автоматизированной телефонной связи (ОГСТфС)?
- 2 Какую структуру имеет ОГСТфС?
- 3 Какие виды услуг предоставляет ОГСТфС?
- 4 Чем определяется выбор способа построения городских телефонных сетей?
- 5 Какова максимальная емкость ГТС, построенная по принципу «каждая с каждой»?
- 6 Какую структуру имеет номер абонента на ГТС, построенной по принципу «каждая с каждой»?
- 7 С какой целью на ГТС вводятся узлы входящих сообщений УВС?
- 8 Какова максимальная емкость ГТС с УВС?
- 9 Какую структуру имеет номер абонента на ГТС с УВС?
- 10 Какова максимальная емкость ГТС с УИС и УВС?
- 11 Какую структуру имеет номер абонента на ГТС с УИС и УВС?
- 12 Каковы основные способы построения сельских телефонных сетей СТС?
- 13 Пояснить организацию внутризоновых сетей.
- 14 Какую структуру имеет номер абонента при внутризоновой связи?
- 15 Пояснить организацию междугородной связи.
- 16 Какую структуру имеет номер абонента при междугородной связи?

3 АБОНЕНТСКИЙ ДОСТУП

3.1 Оконечные устройства тракта телефонной передачи

3.1.1 Характеристики речевых сигналов

Звеньями тракта передачи речевых сообщений являются звуковые (акустические) поля, которые образуются в воздушных пространствах между преобразователями и органами речи и слуха человека.

Энергетическими характеристиками звукового поля являются **звуковое давление P и интенсивность звука J** . При нормальном атмосферном давлении и температуре 20°C плотность воздуха $\rho = 1,205 \text{ кг}/\text{м}^3$ и скорость звука $c = 344 \text{ м}/\text{с}$. Для этих условий получены выражения для P и J , имеющие практическое значение:

$$J = 2,44 \cdot 10^{-3} P^2, \quad (3.1)$$

$$P \approx 20,4 \sqrt{J} \quad (3.2)$$

Спектр мощности сигнала речи имеет максимум вблизи частоты 4000Гц и спадает на более высоких частотах со скоростью около 9дБ на октаву. В соответствии с рекомендациями МСЭ-Т при обработке сигналов речи ограничиваются интервалом частот 300-3400Гц.

Длительность звуков речевого сигнала составляет от нескольких десятков до нескольких сотен миллисекунд при среднем значении 130 мс, причем среднее значение для гласных звуков 210 мс, а для согласных 95 мс.

Мгновенный уровень речевого сигнала изменяются в диапазоне 35-40дБ. При этом уровень согласных в среднем на 20дБ ниже уровня гласных.

Слуховое ощущение прироста громкости звука подчиняется **психофизиологическому закону Вебера-Фехнера**, по которому **прирост ощущения пропорционален логарифму отношения раздражений**.

Для получения прироста ощущения в децибелах коэффициент пропорциональности принимают равным десяти.

Для определения уровня интенсивности и звукового давления на любой частоте приняты **интенсивность нулевого уровня $J_0 = 10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$ и звуковое давление нулевого уровня $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па} = 20 \text{ мкПа}$** .

Величины J_0 и P_0 приблизительно соответствуют минимальной интенсивности и минимальному звуковому давлению, воспринимаемыми человеческим ухом в области частоты 1000Гц. Таким образом, **уровни интенсивности и звукового давления**, измеряемые в децибелах, определяются по формуле:

$$B = 10 \lg \frac{J}{J_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (3.3)$$

Область звуковых ощущений у человека лежит между **порогом слышимости и порогом болевого ощущения**.

Порог слышимости – минимальный уровень звукового сигнала (порог чувственности), общепринятый начальный уровень $P_0=20$ мкПа. Уровень звукового давления обозначается **SPL** и для порога слышимости составляет **0дБ SPL**.

Порог болевого ощущения – максимальный уровень, который соответствует звуковому давлению примерно **200 Па** и составляет примерно **140дБ SPL**.

Реальные примеры уровней звукового давления показаны на рисунке 3.1.

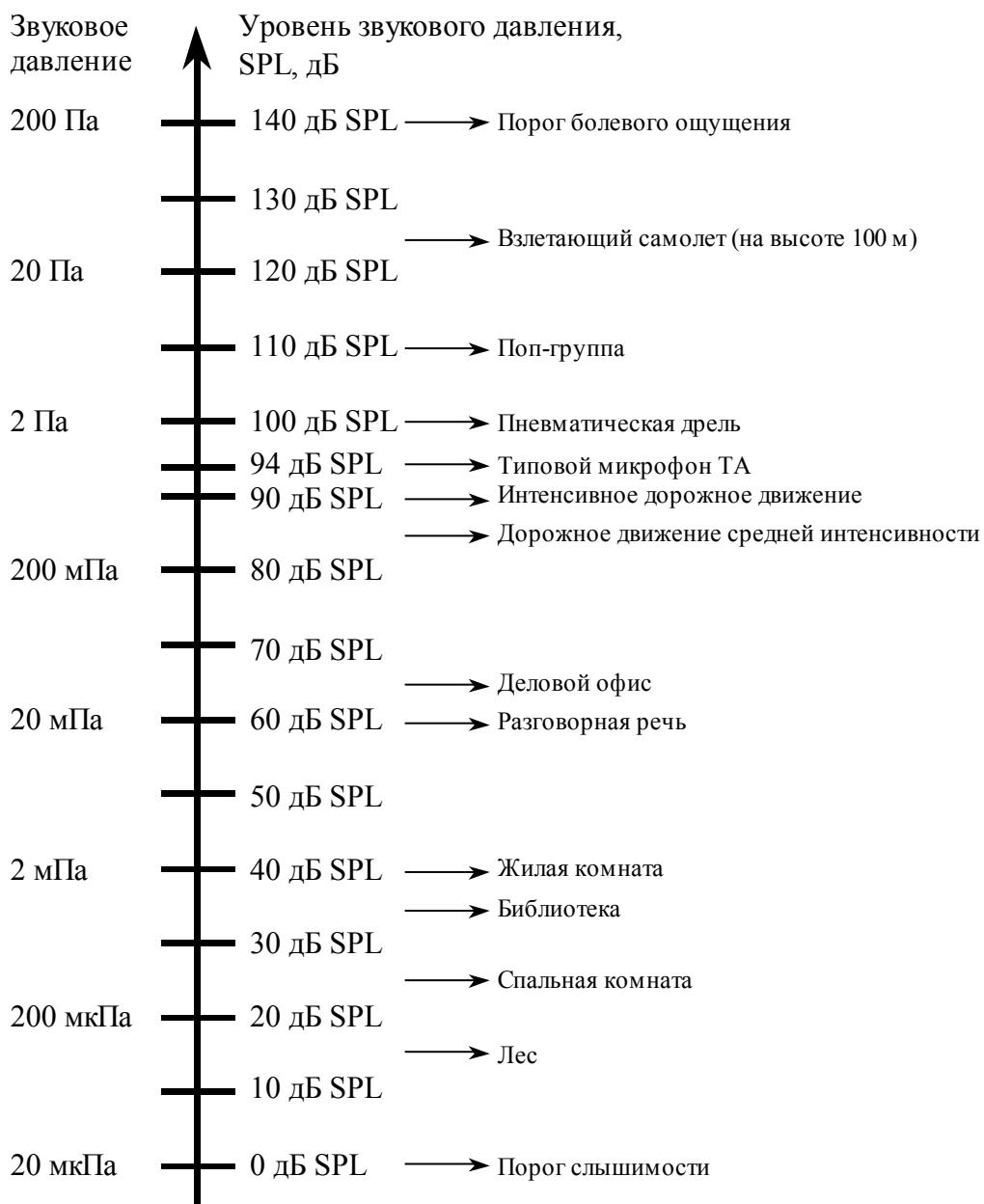
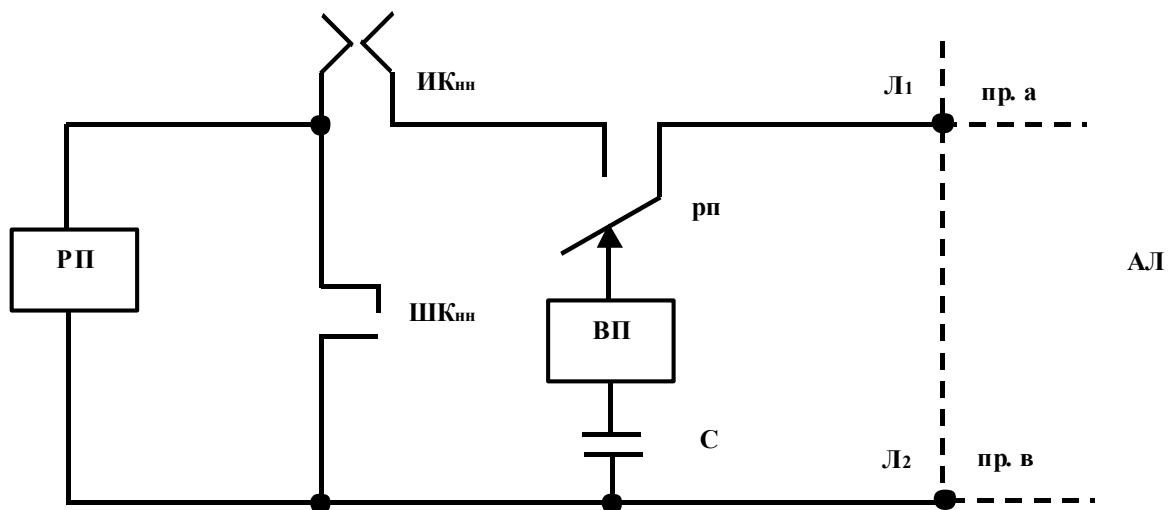


Рисунок 3.1 – Уровни звукового давления

3.1.2 Состав телефонного аппарата

В состав телефонного аппарата входят разговорные, вызывные приборы, номеронабиратель, рычажный переключатель (рисунок 3.2).



АЛ – абонентская линия

РП – разговорные приборы

ВП – вызывные приборы

АЛ – абонентская линия

рп – рычажный переключатель

L1, L2 – линейные зажимы схемы ТА

пр. а, пр. в – провода АЛ

С – разделительный конденсатор

ИК_{ни}, ШК_{ни} – импульсные и шунтирующие контакты номеронабирателя

Рисунок 3.2 – Структурная схема телефонного аппарата

В разговорную часть схемы телефона входят электроакустические преобразователи: микрофон и телефон. Преобразование акустических сигналов в электрические выполняют микрофоны, а обратное преобразование – телефоны. Конструктивно микрофон и телефон объединены в микротелефонную трубку.

Вызывная часть схемы служит для приема вызывного сигнала с коммутационной станции. В качестве вызывных приборов могут использоваться звонок переменного тока или приемник тонального вызова. В режиме ожидания вызова со станции телефонный аппарат не потребляет электроэнергию, т.к. цепь постоянного тока разомкнута за счет включения конденсатора в вызывную цепь.

Рычажный переключатель обеспечивает поочередное подключение к абонентской линии вызывных и разговорных приборов.

Номеронабиратель передает на станцию адресную информацию – номер вызываемого абонента. В схему телефона включаются импульсные и шунтирующие контакты номеронабирателя (ИК и ШК). ИК формируют сигналы набора номера, а ШК шунтируют разговорную часть схемы на время передачи цифры для того, чтобы она не влияла на параметры передаваемых сигналов.

3.1.3 Структурная схема кнопочного телефонного аппарата

В схему входят следующие основные узлы (рисунок 3.3):

- 1) *вызывное устройство (ВУ)* – предназначено для приема вызывных сигналов со станции и преобразования его в звуковые колебания;
- 2) *диодный мост* – исключает влияние полярности напряжения линий на схему телефонного аппарата;
- 3) *схема «отбой»* – осуществляет начальную установку интегральной схемы номеронабирателя;
- 4) *рычажный переключатель SB* – отключает питание схемы телефонного аппарата при положенной на рычаг микротелефонной трубке;
- 5) *времязадающие элементы генератора* – определяют частоту внутреннего тактового генератора, от которой зависят все временные параметры сигналов, вырабатываемых интегральной схемой номеронабирателя (частота набора, длительность импульсов и межцифровой интервал);
- 6) *схема питания интегральной схемы номеронабирателя* – обеспечивает питание микросхемы во время набора номера и поддержку питания оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) при положенной на рычаг трубке;
- 7) *микросхема номеронабирателя (ИС НН)* выполняет следующие функции:
 - а) опрос клавиатуры;
 - б) формирование сигналов набора номера, управляющих работой импульсного ключа (ИК);
 - в) формирование сигнала отключения разговорной части во время набора номера, управляющего работой разговорного ключа (РК);
 - г) запоминание последнего или нескольких набираемых номеров;
- 8) *импульсный ключ (ИК)* – формирует импульсы набора для передачи в линию;
- 9) *разговорный ключ (РК)* – отключает разговорную часть на время прохождения импульсного набора;
- 10) *R_h* - резистор нагрузки линии, исключающий ее замыкание накоротко во время формирования импульсов набора;
- 11) *телефонный усилитель* – усиливает речевой сигнал до уровня нормальной слышимости и согласует сопротивление линии с сопротивлением звукоизлучающего элемента ВФ (телефона);
- 12) *микротелефонный усилитель* – усиливает сигнал микрофона;
- 13) *противоместная схема* – устраняет местный эффект (прослушивание голоса говорящего в собственном телефоне);
- 14) *клавиатура выполняет функцию датчика импульсов.*

При снятии трубки рычажный переключатель SB подключает телефонный аппарат к линии АТС. В результате образования делителя напряжение на линейных зажимах снижается до величины 5-15 В. При этом схема «отбой», вследствие подачи напряжения в схему, осуществляет начальную установку интегральной схемы (ИС) номеронабирателя (НН) – режим готовности к набору номера.

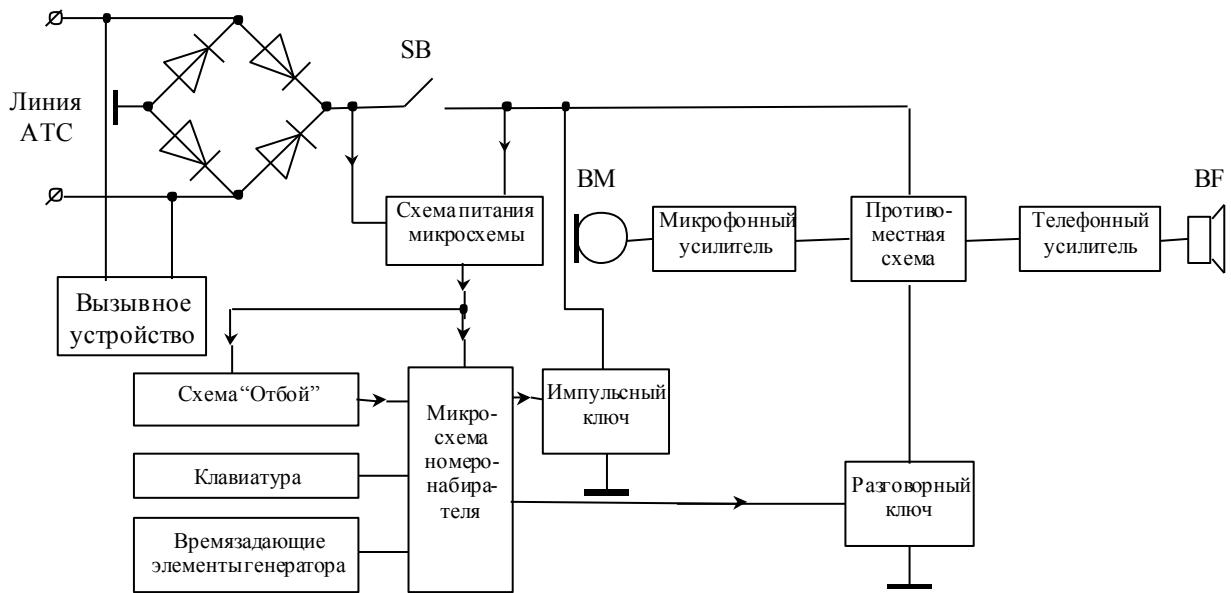


Рисунок 3.3 – Структурная схема телефонного аппарата отечественного производства

В режиме готовности к набору номера ИС НН вырабатывает сигнал управления импульсным и разговорным ключом (ИК и РК). В результате разговорный узел, состоящий из микрофонного, телефонного усилителей и противоместной схемы, посредством разговорного ключа подключается к линии и в трубке прослушивается «Ответ станции». Импульсный ключ находится в разомкнутом (закрытом) состоянии. При нажатии кнопок клавиатуры ИС НН формирует последовательность импульсов, управляющих работой импульсного и разговорного ключей. Импульсный ключ замыкает линию накоротко и размыкает ее, формируя посылки постоянного тока, управляющие работой АТС. Разговорный ключ отключает разговорный узел от общего провода на время следования посылок набора номера, что устраняет неприятные щелчки в трубке телефона при наборе номера. По окончании набора разговорный ключ вновь подключают разговорный узел и в трубке слышны тональные посылки АТС, свидетельствующие об окончании процесса соединения и поступления на линию вызываемого абонента посылок вызывного сигнала. При снятии абонентом трубки слышится голос. По окончании разговора, трубка укладывается на рычаг. Рычажный переключатель SB размыкает цепь постоянного тока и схема телефонного аппарата переходит в дежурный режим. В дежурном режиме схема питания микросхемы обеспечивает подпитку ОЗУ ИС НН, в котором хранится последний набранный номер, схема «отбой» запрещает набор номера с клавиатуры с целью сохранения последнего набранного номера, а вызывное устройство готово к приему сигнала вызова АТС.

При поступлении сигнала вызова от АТС, вызывное устройство вырабатывает звуковые сигналы, информирующие о вызове. До снятия трубки схема телефонного аппарата находится в дежурном режиме. При снятии трубки ИС НН устанавливается в исходное состояние с той лишь разницей, что вместо сигнала «Ответ станции» слышится голос вызывающего абонента. При

кратковременном нажатии на рычажный переключатель или нажатии кнопки «отбой» на наборном поле клавиатуры, происходит размыкание цепи постоянного тока и телефонный аппарат переводится в исходное состояние.

3.2 Базовая структура сети абонентского доступа

3.2.1 Структура типовой абонентской сети

Типовая абонентская линия может быть организована одним из следующих способов:

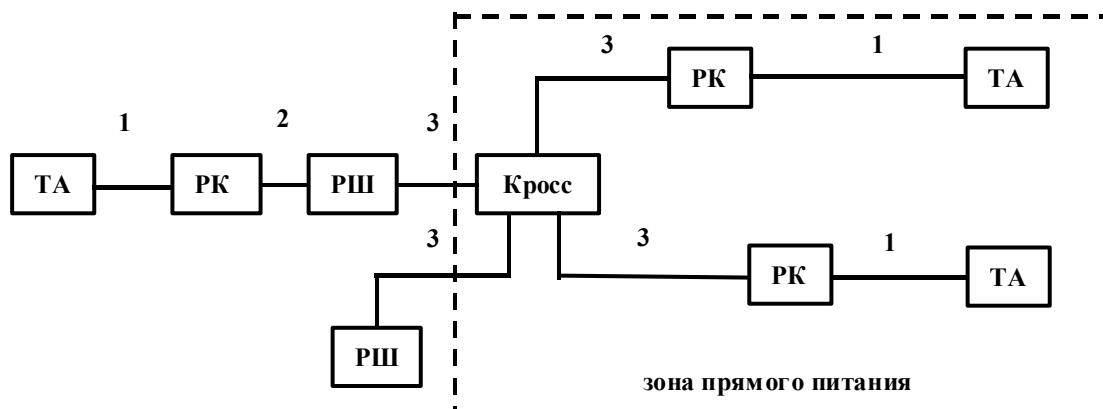
1) индивидуальная двухпроводная физическая цепь, которая может содержать участки кабеля с разным диаметром жил;

2) двухпроводная физическая цепь, используемая двумя оконечными устройствами (спаренное включение);

3) индивидуальный канал, организованный малоканальной системой передачи (система АВУ – абонентская высокочастотная установка; ЦСПАЛ цифровая система передачи по абонентской линии).

Типовая абонентская сеть имеет комбинированную систему построения (рисунок 3.4), то есть использует сочетание двух принципов организации абонентского доступа:

- 1) «шкафная система»;
- 2) «прямое питание».



- 1 – абонентская проводка
- 2 – распределительный кабель
- 3 – магистральный кабель
- РК – распределительная коробка
- РШ – распределительный шкаф

Рисунок 3.4 – Типовая структура абонентской сети

Вышеперечисленные варианты не могут рассматриваться как перспективные направления развития абонентских сетей из-за низкой надежности и невысокого качества передачи информации на участке между оконечными устройствами и коммутационной системой.

Абонентские линии представляют собой один из самых дорогостоящих элементов телекоммуникационной сети и, одновременно, тот уровень в иерархии сети, который используется наименее эффективно. Стоимость абонентской сети составляет 32% от стоимости на создание и эксплуатацию

местной сети. Стоимость абонентской сети может быть снижена нескольким способами:

- 1) уменьшением длины абонентских линий;
- 2) максимальным доведением цифрового потока до окончного устройства;
- 3) применением новых технологий абонентского доступа.

К перспективным технологиям абонентского доступа относятся:

- доступ посредством индивидуальных двухпроводных абонентских линий;
- доступ посредством цифровых абонентских линий;
- доступ через выносные устройства (концентраторы, мультиплексоры);
- доступ посредством индивидуальных абонентских линий, образованных радиоудлинителями (*радиоудлинитель* – совокупность приемника и передатчика для создания одной АЛ, включенной в абонентский комплект коммутационной системы);
- доступ посредством оборудования для организации беспроводного доступа;
- доступ посредством основного или первичного доступа ЦСИО (цифровая сеть с интеграцией обслуживания);
- доступ посредством оптического кабеля (сеть оптического доступа).

3.2.2 Базовая структура сети доступа

Сеть доступа (AN - Access Network) – совокупность абонентских линий и станций местной сети обеспечивающая доступ абонентских терминалов (оконечных устройств) к транспортной сети, а также местную связь без выхода на транспортную сеть.

Базовая структура сети доступа показана на рисунке 3.5.

К абонентскому оборудованию относятся терминальные устройства ТЕ (оконечные устройства) и сетевые окончания NT (Network Termination), которые обеспечивают электрическую связь ТЕ со станционным оборудованием по физической линии.

В современную сеть доступа включаются следующие виды ТЕ:

1) ТЕ фиксированной связи:

- ТА различных классов (с дисковыми и кнопочными возможностями, номеронабирателями, ТА с дополнительными возможностями, многофункциональные ТА);
- ТЕ факсимильной связи;
- модем-компьютер;
- ТА беспроводного доступа (аналогично абонентской станции сети подвижной связи);
- системные ТА.

2) ТЕ подвижной связи:

- беспроводные ТА;
- абонентские станции сети подвижной связи;
- радиотелефоны (через радиоудлинители).

Сеть абонентского доступа (САД) ограничивается участком между сетевым окончанием NT и центральным узлом распределения сообщений (CDN - Center Distribution Node), который может включать в себя, помимо абонентских линий, распределительную сеть, если абонентское оборудование включено в выносное устройство NU (Network Unit).

Линия передачи абонентская проходит через всю сеть доступа и соединяет абонентское оборудование с узлом предоставления услуг SN (Services Node) транспортной сети.

Современная концепция управления телекоммуникационной системой предполагает наличие системы управления TMN (Telecommunication Management Network), которая обеспечивает управление сетью доступа и услугами.

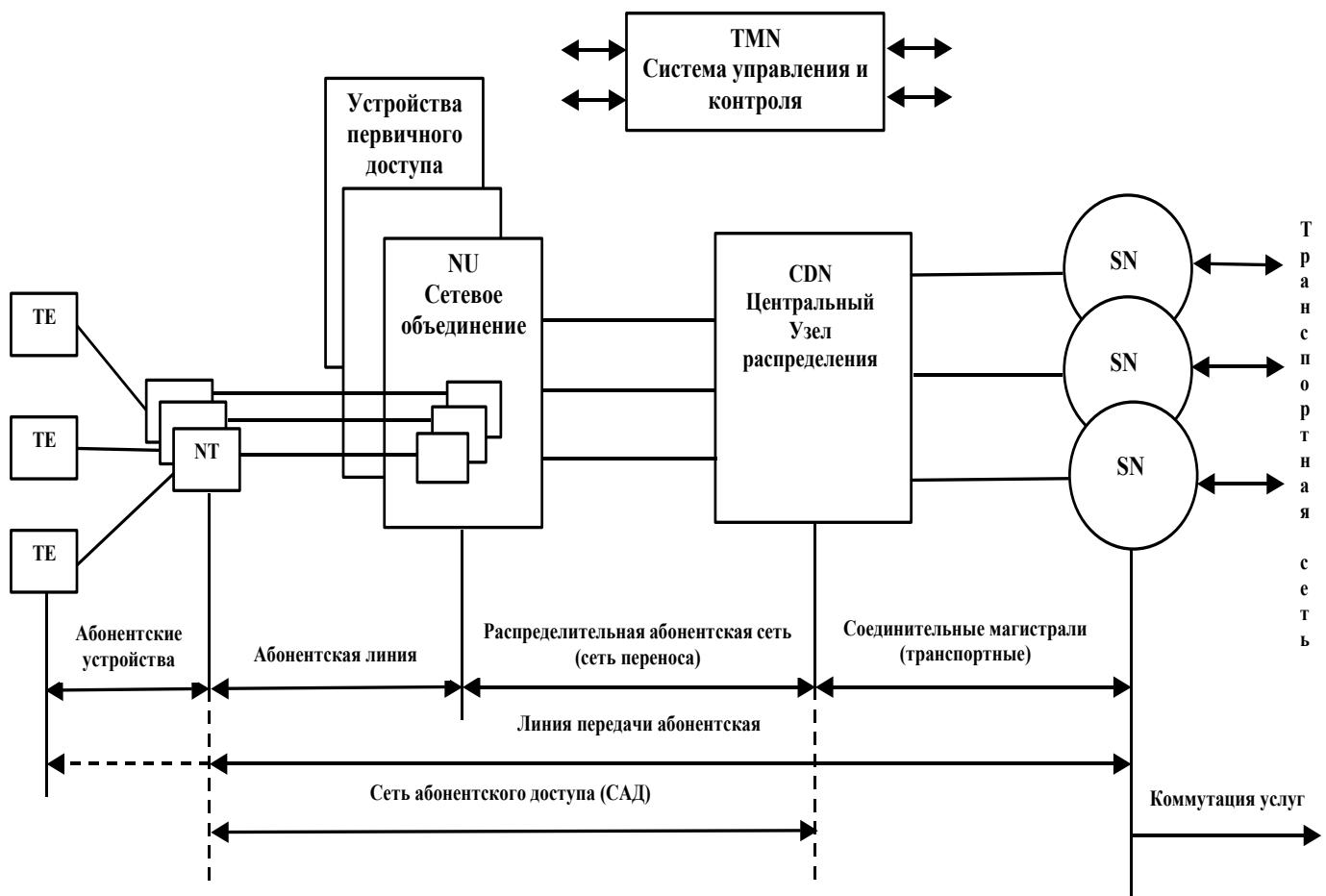


Рисунок 3.5 – Базовая структура сети доступа

Вопросы для самоконтроля:

- 1 Какие характеристики относятся к энергетическими характеристиками звукового поля?
- 2 Какими частотами ограничивается спектр речи?
- 3 В каких единицах измеряется уровень звукового давления?
- 4 Что такое область болевых ощущений?
- 5 Чему равен порог болевого ощущения?

- 6 Что такое порог слышимости?
- 7 Какие устройства входят в состав телефонного аппарата?
- 8 Назначение микрофона?
- 9 Назначение телефона?
- 10 Назначение рычажного переключателя?
- 11 Назначение номеронабирателя?
- 12 Чем вызвана необходимость включения диодного моста во вход электронного ТА?
- 13 Назначение противоместной схемы?
- 14 Какими способами может быть организована типовая абонентская линия?
- 15 Какими способами может быть снижена стоимость абонентской линии?
- 16 Какие технологии абонентского доступа относятся к перспективным?
- 17 Назначение сети доступа?
- 18 Какие устройства относятся к абонентскому оборудованию?
- 19 Какие виды ТЕ могут включаться в сеть доступа?
- 20 Каким участком ограничивается сеть доступа?

4 ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОММУТАЦИИ

4.1 Структура системы коммутации

Система коммутации – комплекс оборудования, предназначенный для приема и распределения поступающей информации по направлениям связи.

Таблица 4.1 – Классификация коммутационных систем

Классификационный признак	Коммутационная система
Тип коммутационного и управляющего оборудования	<ul style="list-style-type: none">• декадно-шаговые• координатные• квазиэлектронные• электронные
Форма представления сигналов	<ul style="list-style-type: none">• аналоговые• цифровые
Вид передаваемой информации	<ul style="list-style-type: none">• телефонные• телеграфные• передачи данных• вещания
Место, занимаемое в телекоммуникационной сети	<ul style="list-style-type: none">• центральные• узловые• оконечные• транзитные• узлы входящих сообщений (УВС)• узлы исходящих сообщений (УИС)
Территориальное деление	<ul style="list-style-type: none">• междугородные• городские• сельские• учрежденческие
Емкость	<ul style="list-style-type: none">• малой емкости• средней емкости• большой емкости
Разделение каналов	<ul style="list-style-type: none">• с пространственным разделением• с временным разделением
Способ коммутации	<ul style="list-style-type: none">• коммутация каналов• коммутация пакетов• коммутация сообщений

Для выполнения своих функций коммутационная система должна иметь в своем составе следующие виды оборудования (рисунок 4.1):

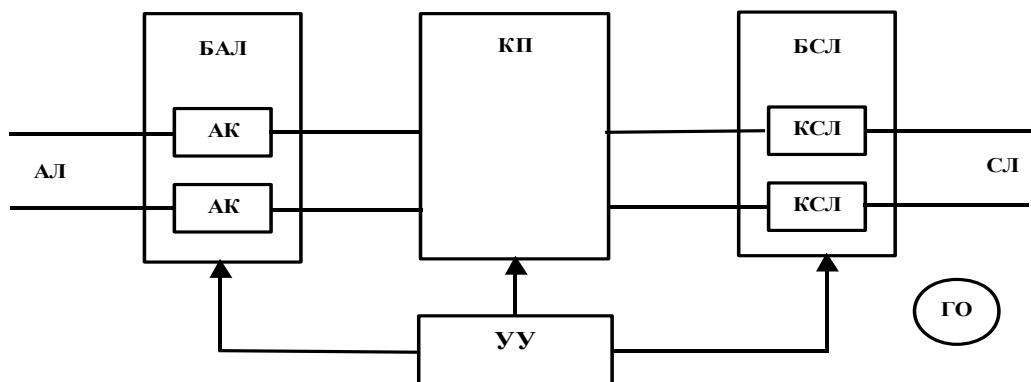
1) **Блоки абонентских линий (БАЛ)** осуществляют подключение абонентских линий (АЛ) к системе.

2) *Блоки соединительных линий* (БСЛ), к которым через КСЛ (комплекты соединительных линий) происходит подключение соединительных линий (СЛ) для связи с другими коммутационными системами.

3) *Коммутационное поле* (КП) осуществляет коммутацию входящих линий с исходящими. Коммутационное поле может быть построено на основе пространственного разделения каналов и тогда в качестве коммутационных элементов используются многократные координатные соединители (МКС), герконовые реле, ферриды. Коммутационное поле с временным разделением каналов строится на основе применения импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) и использует в качестве элементов полупроводниковые запоминающие устройства и логические интегральные микросхемы.

4) *Система управления* (СУ) – выполняет все логические функции по управлению процессами установления соединений.

5) *Генераторное оборудование* – осуществляет формирование акустических сигналов.



БАЛ – блок абонентских линий

БСЛ – блок соединительных линий

АК – абонентский комплект

ГО – генераторное оборудование

КСЛ – комплект соединительных линий

УУ – управляющее устройство

Рисунок 4.1 – Обобщенная структура коммутационной системы

4.2 Элементная база систем коммутации

Под *коммутацией* понимается любой вид переключения электрических цепей (замыкание, размыкание, переключение с одной цепи на другую). Для реализации процесса коммутации применяются коммутационные приборы. *Коммутационным прибором* называется устройство, обеспечивающее замыкание, размыкание и переключение электрических цепей, подключенных к его входам и выходам, при поступлении управляющего сигнала [23]. Замыкание или размыкание электрической цепи в коммутационном приборе осуществляется *коммутационным элементом*, который в простейшем случае представляет собой один контакт на замыкание.

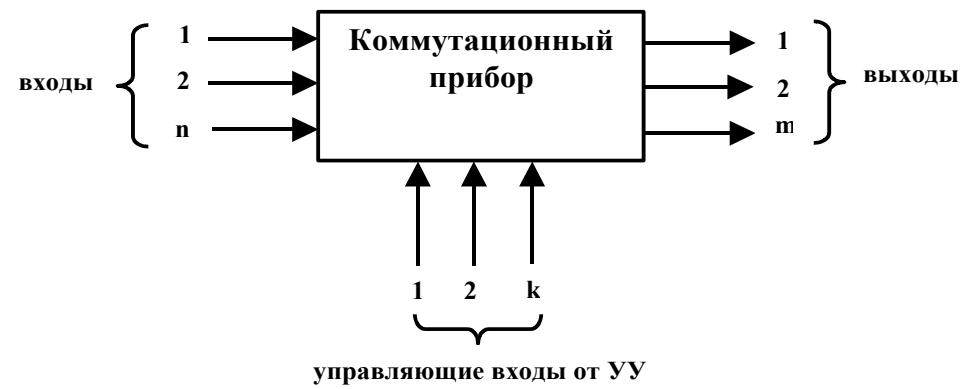
К коммутационному прибору могут подключаться линии с различной **проводностью**, которая определяется количеством одновременно коммутируемых проводов. Для коммутации линий с различной проводностью (двух-, трехпроводные и т. д) требуется несколько коммутационных элементов, которые объединяются в **коммутационную группу**, элементы которой переключаются одновременно под воздействием управляющего сигнала. В коммутационном приборе в зависимости от числа подключаемых линий может быть установлено различное число коммутационных групп. Совокупность коммутационных групп, обеспечивающих коммутацию входов и выходов, называется **коммутационным полем прибора**. Местоположение коммутационной группы в коммутационном поле прибора называется **точкой коммутации**.

Цикл работы коммутационного прибора (рисунок 4.2) состоит из трех фаз:

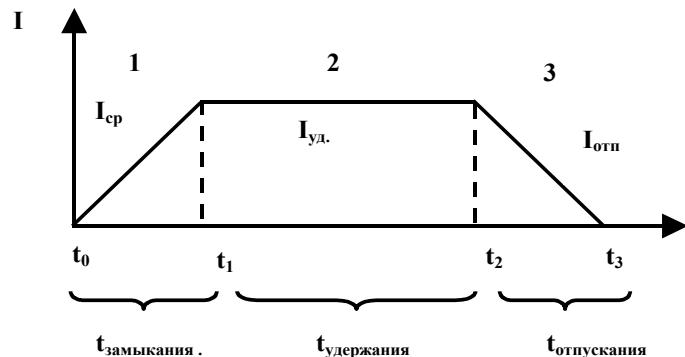
1) **фаза срабатывания (замыкания)**, длительность которой определяется временем переключения прибора из нерабочего состояния в рабочее и зависит от конструктивных особенностей и схемы включения управляющих цепей;

2) **фаза удержания (активное состояние)**, длительность которой зависит от функций прибора;

3) **фаза выключения (отпускания)**, длительность которой определяется скоростью возврата прибора в нерабочее состояние и зависит от конструкции прибора и схемы включения управляющих цепей.



УУ – управляющие устройства



1 – фаза замыкания

2 – фаза удержания

3 – фаза размыкания

Рисунок 4.2 – Цикл работы коммутационного прибора

Коммутационные приборы могут быть классифицированы по следующим признакам:

1) **по назначению:**

- коммутация цепей управления (реле);
- коммутация трактов в поле (искатели, соединители различных типов);

2) **по способу удержания точки коммутации в рабочем состоянии:**

- механическое удержание;
- электрическое (магнитный поток создается током, протекающим по обмоткам прибора);

• магнитное (магнитный поток для удержания создается либо постоянным магнитом, либо за счет остаточной индукции сердечника или контактных пружин).

Коммутационные приборы характеризуются структурными, электрическими и временными параметрами.

К **структурным параметрам** относятся:

- число входов n ;
- число выходов m ;
- доступность D ;
- число одновременно коммутируемых линий (проводность) p .

Производными от этих параметров являются общее число точек коммутации и коммутационных элементов, максимальное число одновременных соединений.

К **электрическим параметрам** относятся:

- коммутационный коэффициент K - отношение сопротивления коммутационного элемента в закрытом (разомкнутом) состоянии R_3 к сопротивлению в открытом (замкнутом) состоянии R_2 ;
- вносимое затухание в тракт;
- уровень шумов;
- величина тока, необходимая для переключения коммутационных элементов;
- потребляемая мощность.

К **временным параметрам** относятся:

- время срабатывания (t_{cp}) – интервал времени между подключением питания к управляющим входам и переключением всех коммутационных элементов в рабочее состояние;
- время отпускания ($t_{отп}$) – интервал времени между подачей команды на отключение и возвратом всех коммутационных элементов в нерабочее состояние.

Коммутационные приборы по структурным параметрам делятся на четыре типа:

1) Коммутационные приборы типа **реле** (1×1), которые имеют один вход и один выход (условные изображения показаны на рисунке 4.3).

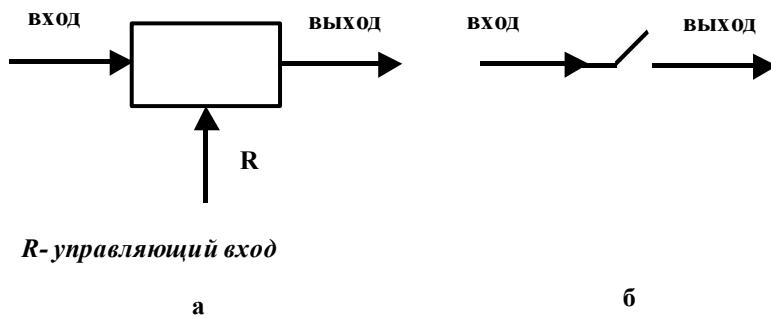


Рисунок 4.3 – Коммутационный прибор типа реле (1×1)

Коммутационный прибор данного типа может находиться в одном из двух состояний: разомкнутом или замкнутом. Переход из одного состояния в другое осуществляется под воздействием управляющего сигнала, который поступает на управляющий вход R из устройства управления.

2) Коммутационные приборы типа *искателей* ($1 \times m$), которые имеют один вход и m выходов (условные изображения показаны на рисунок 4.4).

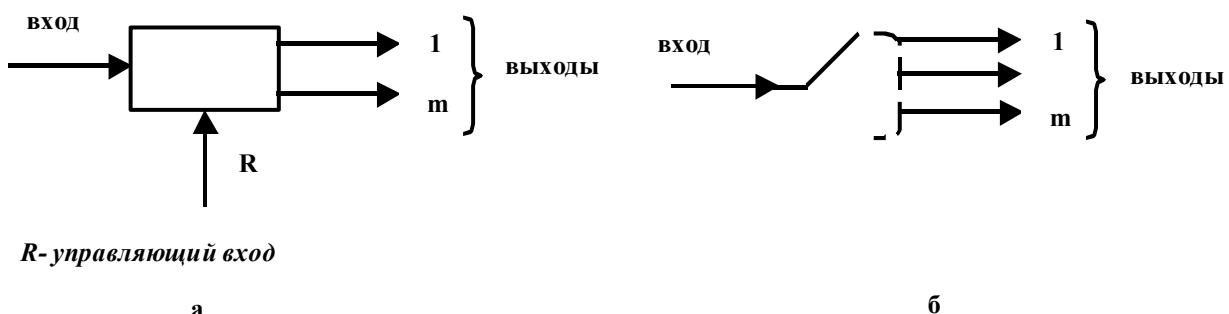


Рисунок 4.4 – Коммутационный прибор типа искателя ($1 \times m$)

В приборе можно установить соединение входа с любым выходов, следовательно, доступность прибора $D=m$. Одновременно в приборе может быть установлено только одно соединение.

3) Коммутационные приборы типа *соединителей* ($n \times m$), которые имеют n входов и m выходов (условные изображения показаны на рисунок 4.5).

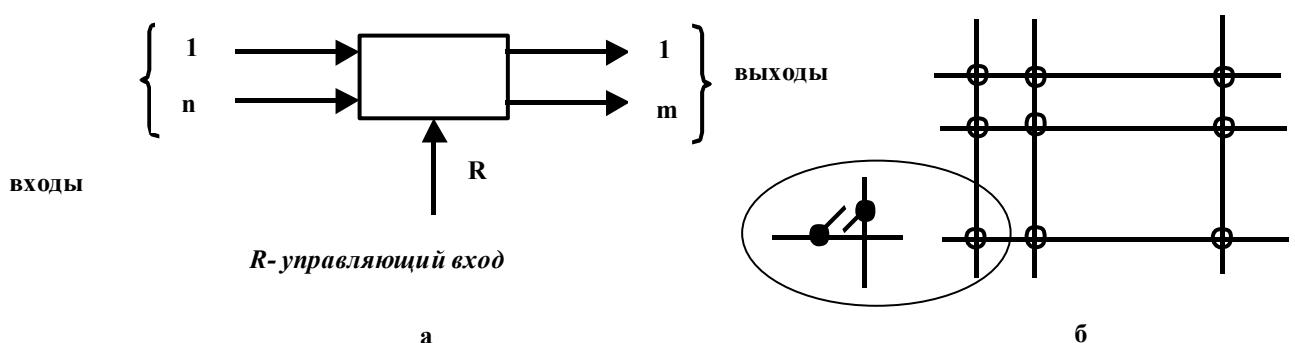


Рисунок 4.5 – Коммутационный прибор типа соединителя ($n \times m$)

Каждому из n входов доступен любой из m выходов, следовательно, доступность прибора $D=m^n$. В приборе одновременно может быть установлено n соединений, если $n \leq m$ или m соединений, если $n > m$.

4) Коммутационные приборы типа ***многократных соединителей*** $n(1 \times m)$, которые имеют n входов и $n \times m$ выходов (условные изображения показаны на рисунок 4.6).

Каждому из n входов доступны только m определенных выходов, следовательно, доступность прибора $D=m^n$ из общего числа выходов $n \times m$.

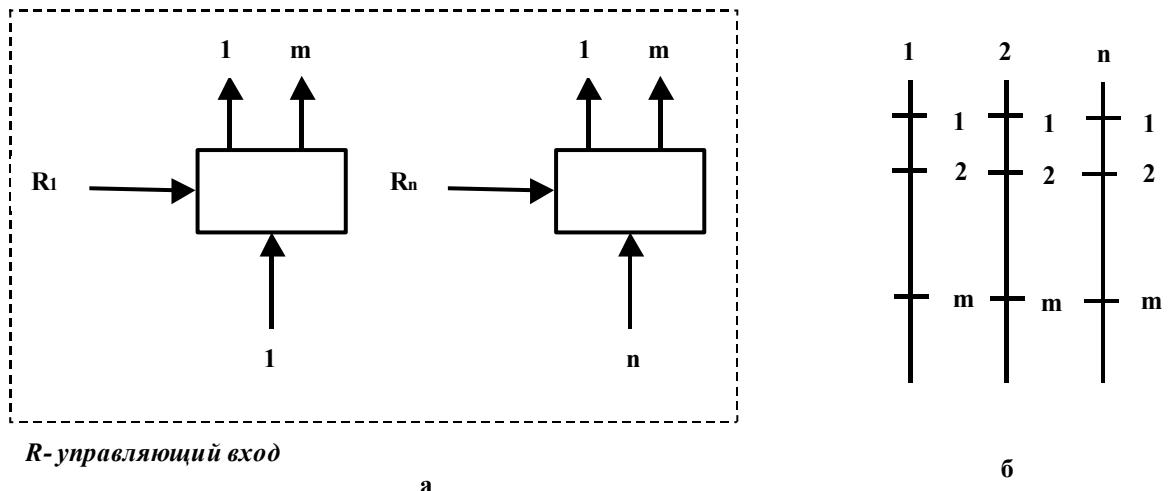
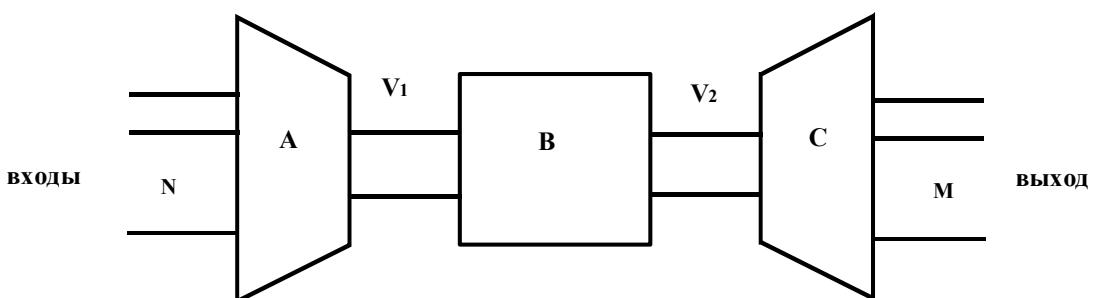


Рисунок 4.6 – Коммутационный прибор типа многократного соединителя $n(1 \times m)$

4.3 Коммутационные поля

4.3.1 Структура коммутационного поля

Одним из основных частей коммутационной системы является ***коммутационное поле*** (КП). Его рациональное построение позволяет при минимальных затратах оборудования обеспечить требуемое качество обслуживания вызовов. Структура КП показана на рисунке 4.7.



A, B, C – ступени искации (звенья)

Рисунок 4.7 – Структура коммутационного поля

Коммутационные поля разделяются на ***ступени искации (звенья)*** – группа коммутационных приборов, выполняющих одинаковые функции.

С помощью КП через внутристанционные линии V_1 и V_2 N входов соединяются с M выходами. Чаще всего соотношение между числом линий следующее: $N > V_1; V_1 = V_2; V_2 < M$.

На ступени А осуществляется переход от большого числа входов N (абонентских линий) к меньшему числу внутристанционных линий V_1 , т. е. выполняется **функция сжатия**. На ступени В внутристанционные линии V_1 коммутируются с внутристанционными линиями V_2 , т. е. выполняется **функция коммутации**. На ступени С осуществляется переход от внутристанционных линий V_2 к требуемому числу выходов M , то есть выполняется **функция расширения**.

Ступени поиска строятся на основе коммутационных схем, которые можно классифицировать по следующим признакам:

1) по соотношению числа входов и выходов:

- **схемы концентрации или сжатия** (рисунок 4.8);

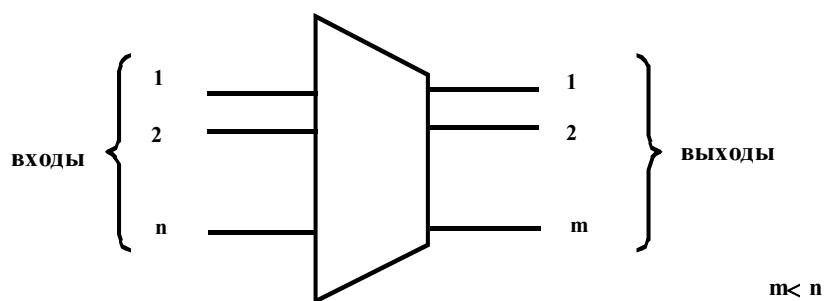


Рисунок 4.8 – Схема концентрации

- **схемы расширения** (рисунок 4.9);

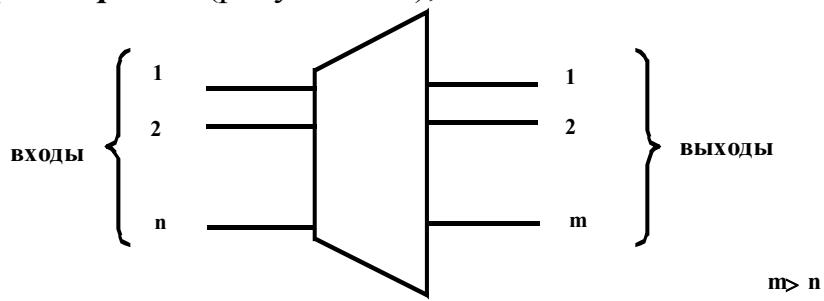


Рисунок 4.9 – Схема расширения

- **схемы смешивания** (рисунок 4.10);

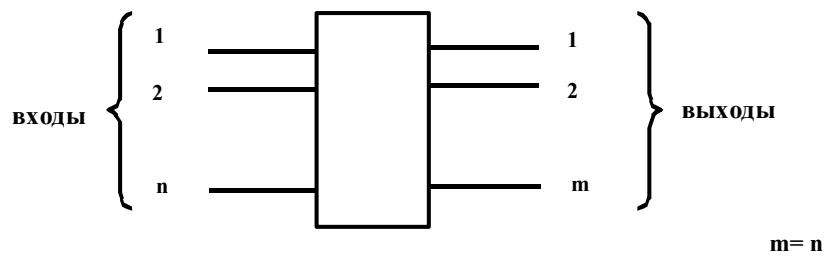


Рисунок 4.10 – Схема смешивания

2) по количеству точек коммутации между входом и выходом:

- **однозвенныe** или **однокаскадныe**, в которых соединение входа с выходом осуществляется через одну точку коммутации (рисунок 4.11);

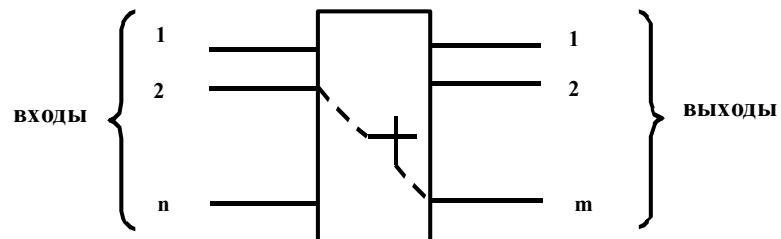
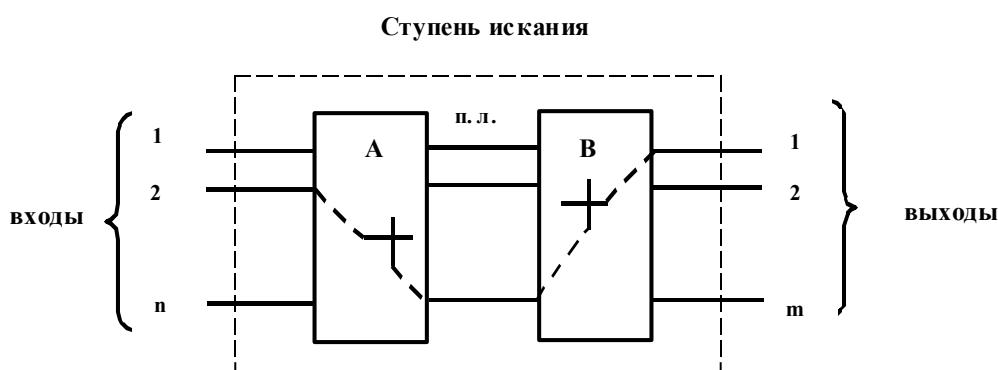


Рисунок 4.11 – Однозвенная ступень искания

- **многозвенныe**, в которых соединение входа с выходом осуществляется через несколько точек коммутации, например, через две (рисунок 4.12).



п. л. – промежуточные линии

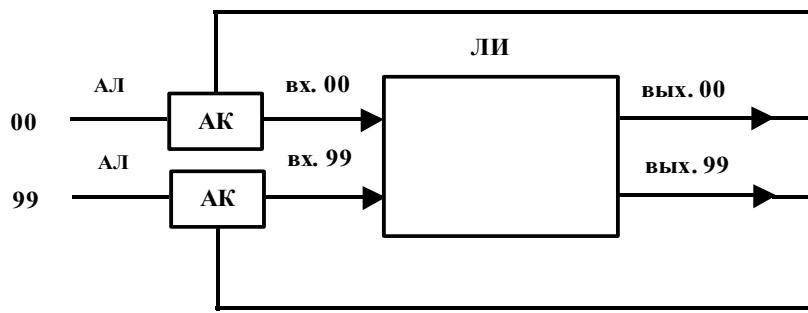
Рисунок 4.12 – Двухзвенная ступень искания

Принято обозначать звенья коммутационной схемы буквами английского алфавита: А, В, С, D и т.д. Многозвенные схемы используются для увеличения доступности. В данных коммутационных схемах применяется принцип **обусловленного искания**: выбирается такой выход, к которому есть свободная промежуточная линия, доступная входу.

4.3.2 Модель коммутационной системы

Модель коммутационной системы емкостью 100 номеров с одной ступенью искания показана на рисунке 4.13.

В данной системе каждая абонентская линия АЛ имеет индивидуальный коммутационный прибор – линейный искатель на 100 линий (прибор типа 1×100), который осуществляет выбор линии вызываемого абонента. Помимо собственного искателя АЛ заводится на соответствующие контакты всех 100 искателей, установленных в системе. Абонентский комплект АК служит для приема сигнала вызова от телефонного аппарата абонента.



ЛИ – ступень линейного искания

АЛ – абонентская линия

АК – абонентский комплект

Рисунок 4.13 – Модель коммутационной системы с одной ступенью искания ЛИ

Для установления соединения абонент должен набрать на номеронабирателе телефонного аппарата двухзначный номер вызываемого абонента. Выбор выхода на ступени ЛИ осуществляется в режиме **вынужденного искания**, т. е. под управлением адресной информации. На рисунке 4.14 показана диаграмма последовательности установления внутристанционного соединения.

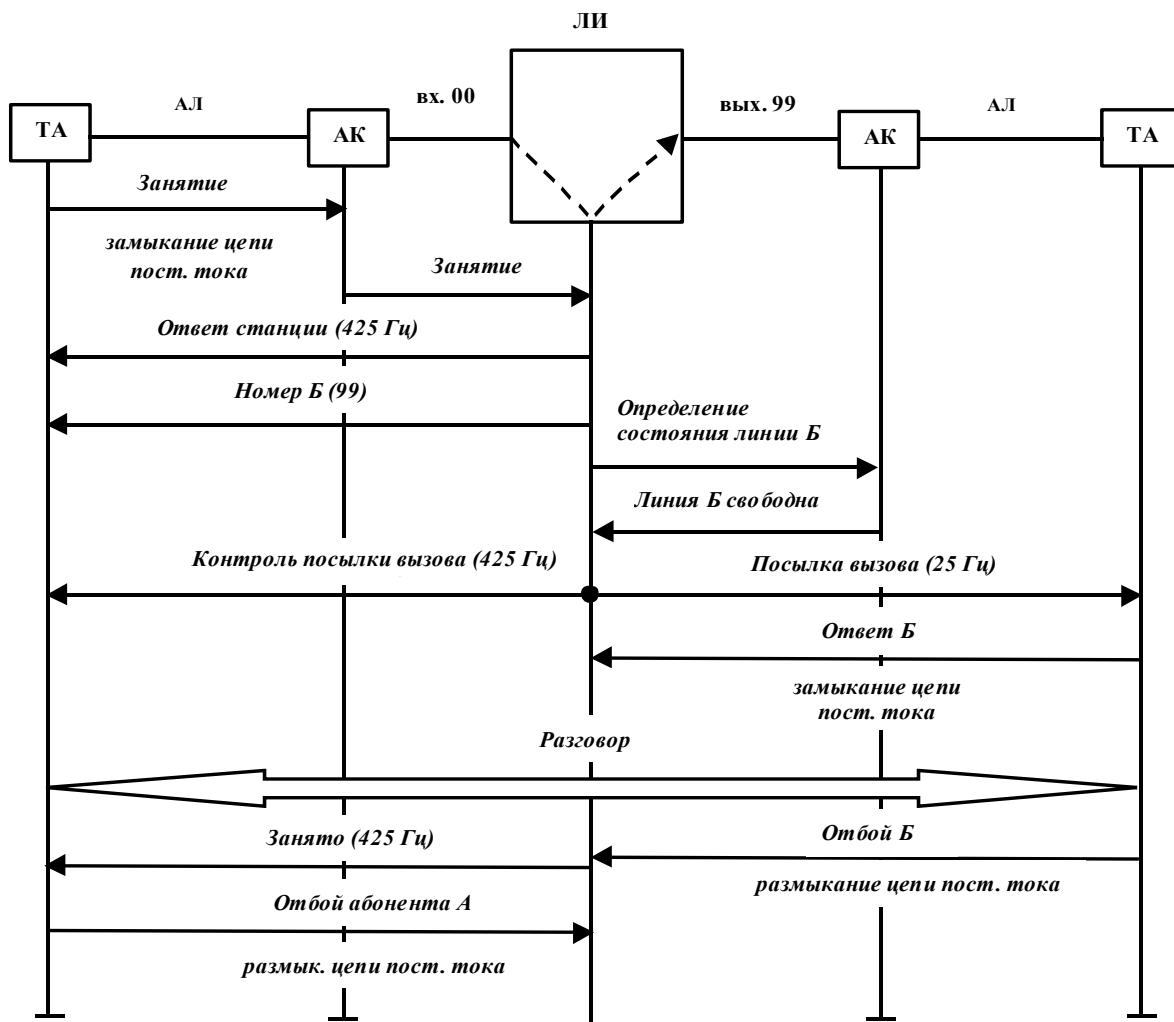
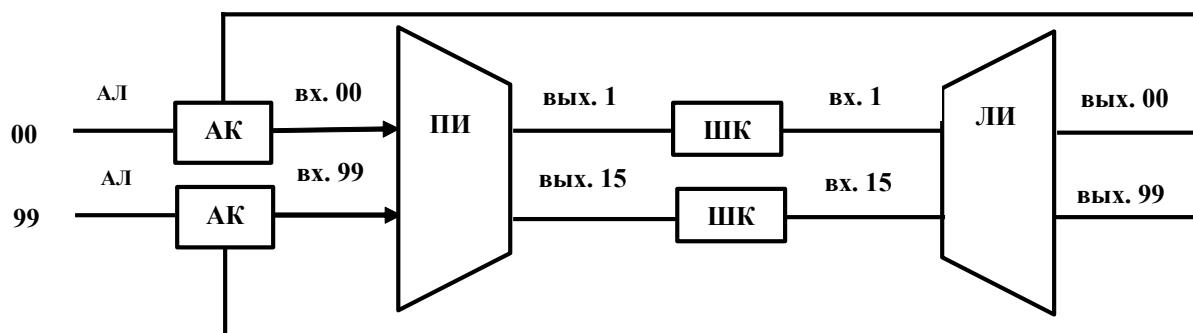


Рисунок 4.14 – Диаграмма последовательности установления внутристанционного соединения

Построение системы коммутации с одной ступенью искания экономически не выгодно, т. к. для обслуживания возникающих вызовов в час наибольшей нагрузки достаточно иметь 10-15 приборов ЛИ вместо 100, которые используются в данной системе.

Если всем вызывающим абонентам будет доступно 10-15 приборов, то для подключения свободного прибора нужно ввести дополнительную ступень предварительного искания ПИ, которая позволит сократить число приборов. ПИ обеспечивает подключение АЛ вызывающего абонента к свободному в данный момент ЛИ. Выбор свободного выхода к следующей ступени искания осуществляется в режиме ***свободного искания***, т. е. без использования номера абонента Б. Выход со ступени ЛИ осуществляется в режиме вынужденного искания. Модель коммутационной системы емкостью 100 номеров с двумя ступенями искания показана на рисунке 4.15.



ЛИ – ступень линейного искания

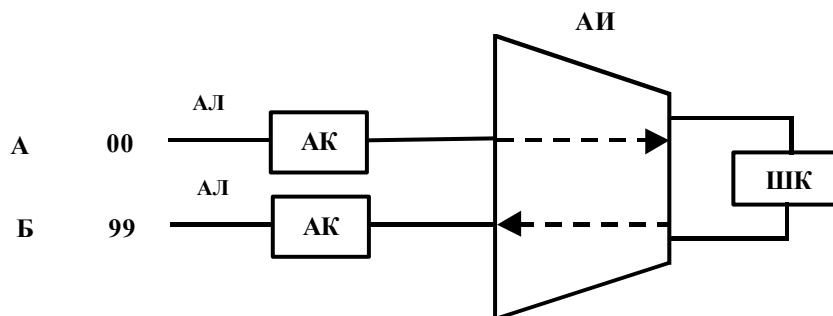
ПИ – ступень предварительного искания

АК – абонентский комплект

ШК – шиновой комплект

Рисунок 4.15 – Модель коммутационной системы с двумя ступенями искания

Распределение функций ПИ и ЛИ между разными ступенями искания применяется в декадно-шаговых АТС. Во всех остальных системах АТС эти функции выполняет ступень ***абонентского искания АИ*** (рисунок 4.16).



АИ – ступень абонентского искания

АК – абонентский комплект

ШК – шиновой комплект

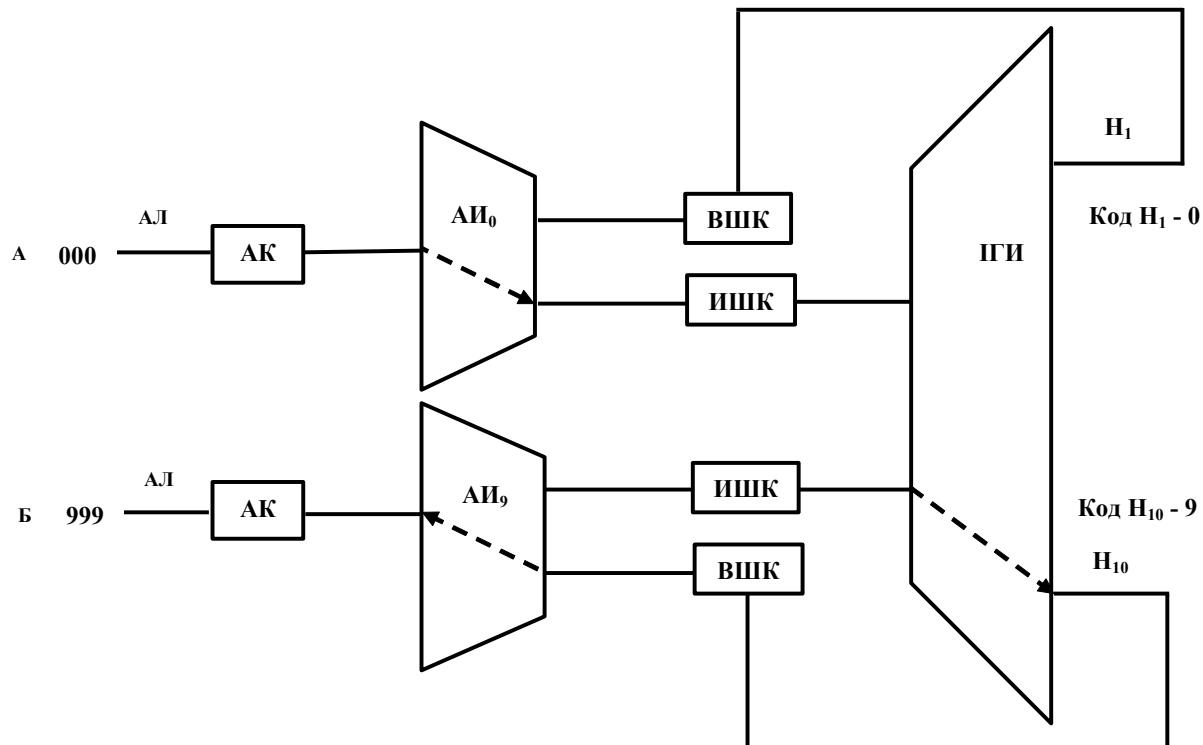
Рисунок 4.16 – Модель коммутационной системы с одной ступенью искания АИ

Ступень АИ является ступенью двухстороннего действия: для вызывающего абонента выполняет функции ПИ, для вызываемого функции ЛИ.

Максимальная емкость коммутационной станции с функциями ПИ-ЛИ зависит от параметров коммутационных приборов, на которых построена ступень ЛИ (АИ). Как правило, эти приборы имеют 100 выходов в коммутационном поле, поэтому емкость АТС не превышает 100 номеров.

Для увеличения емкости АТС при построении коммутационного поля используется способ *группообразования*. Сущность группообразования состоит в том, что общая емкость АТС делится на группы, емкость которых равна емкости контактного поля ЛИ.

Например, АТС емкостью 1000 номеров разбивается на 10 групп по 100 номеров в каждой. Для выбора группы, в которой находится нужная АЛ, устанавливается специальный коммутационный прибор – *групповой искатель* (ГИ). Совокупность приборов ГИ образует *ступень группового поиска* – *ступень ГИ*.



Номер Б = код направления + номер линии в сотенной группе

ГИ

АИ

АИ – ступень абонентского поиска

ГИ – ступень группового поиска

АК – абонентский комплект

ИШК – исходящий шнуровой комплект

ВШК – входящий шнуровой комплект

H – направление

Рисунок 4.17 – Модель коммутационной системы с одной ступенью ГИ

Поле ступени ГИ делится на направления связи, через каждое из которых обеспечивается доступ к определенной группе абонентов. Поле ГИ характеризуется:

- **делимостью** – количеством направлений связи;
- **доступностью** – число выходов направления, доступных входу;
- **кодом** – частью номера вызываемого абонента, по которой происходит выбор направления.

Максимальное количество направлений, которое можно организовать в поле ГИ, зависит от способа деления поля. Различают **механическое** и **электрическое** деление поля. При **механическом делении** количество направлений поля ГИ определяется конструкцией коммутационных приборов. Такой метод применяется в декадно-шаговых АТС, поля ГИ которых имеют 10 направлений. При электрическом делении поля количество направлений определяется программой, которая заложена в управляющее устройство.

Модель коммутационной системы емкостью 1000 номеров с одной ступенью ГИ показана на рисунке 4.17.

В процессе установления соединения на ступени ГИ производится выбор направления в режиме **вынужденного** искания и выбор выхода в направлении в режиме **свободного** искания.

4.3.3 Управляющие устройства

Управляющие устройства УУ можно классифицировать по следующим признакам:

1) **по функциональному назначению:**

- УУ коммутационными приборами;
- УУ анализа и выдачи адресной информации;

2) **по количеству объектов управления:**

- индивидуальные УУ – закрепляются за отдельными приборами или модулями;
- групповые УУ – обеспечивают управление группой приборов или модулей.

Способы управления установлением соединения делятся на два вида:

1) **непосредственное управление** (рисунок 4.18), при котором нет запоминания адресной информации, а сигналы от номеронабирателя телефонного аппарата непосредственно передаются в УУ (применяется только в декадно-шаговых АТС);

2) **косвенное (регистровое) управление** (рисунок 4.19), при котором адресная информация запоминается в **регистре**, а затем распределяется по УУ ступеней искания.

Основными функциями регистра является прием и накопление адресной информации.

Способы установления соединения также подразделяются на два вида:

1) **прямой**, при котором установление соединения происходит одновременно с выбором выхода и применяется в системах с индивидуальными УУ;

2) *обходной*, при котором процесс выбора выхода отделен от процесса установления соединения и применяется в системах с групповыми УУ. Коммутационный прибор выполняет функции соединения входы с выходом, а выбор требуемого соединительного пути между входом и выходом выполняет УУ.

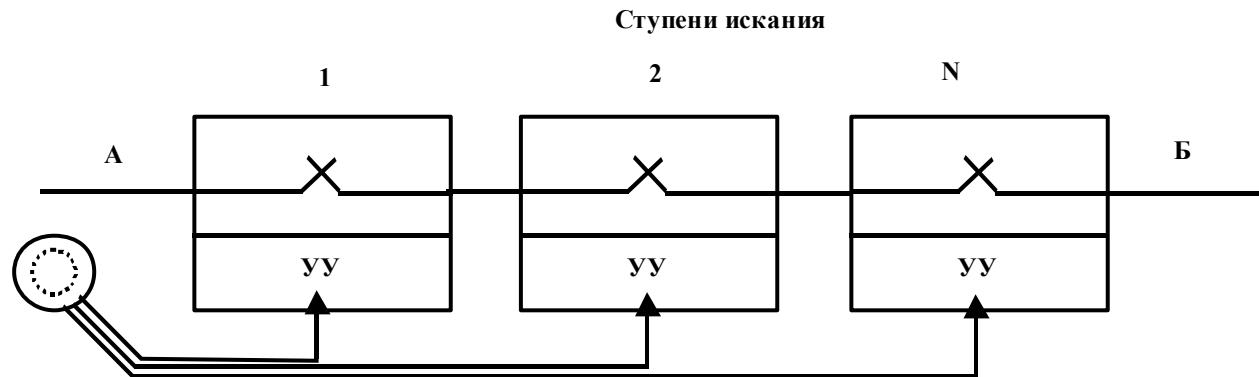


Рисунок 4.18 – Непосредственное управление соединением

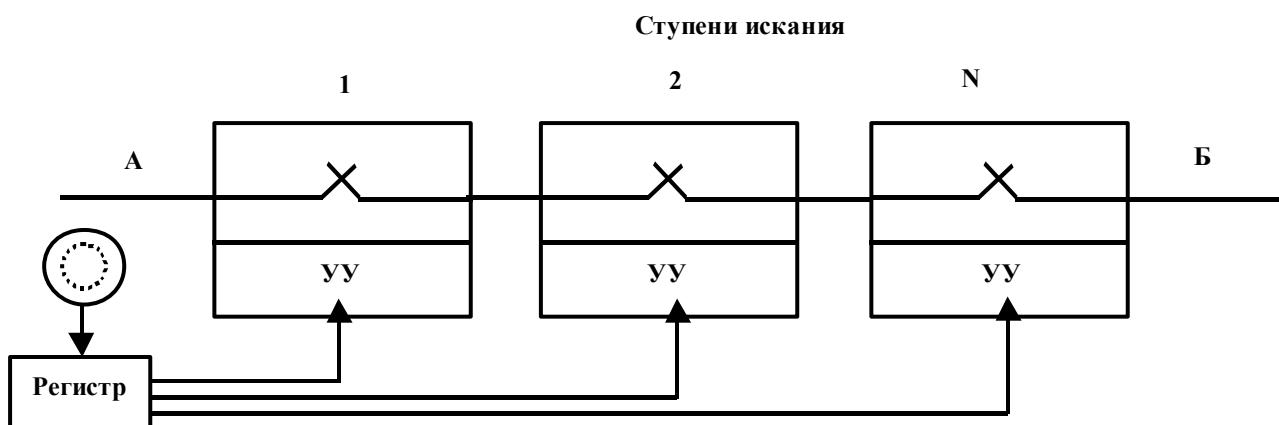


Рисунок 4.19 – Косвенное управление соединением

5 АНАЛОГОВЫЕ СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

5.1 Координатные АТС

5.1.1 Структура АТСК

Области применения АТСК:

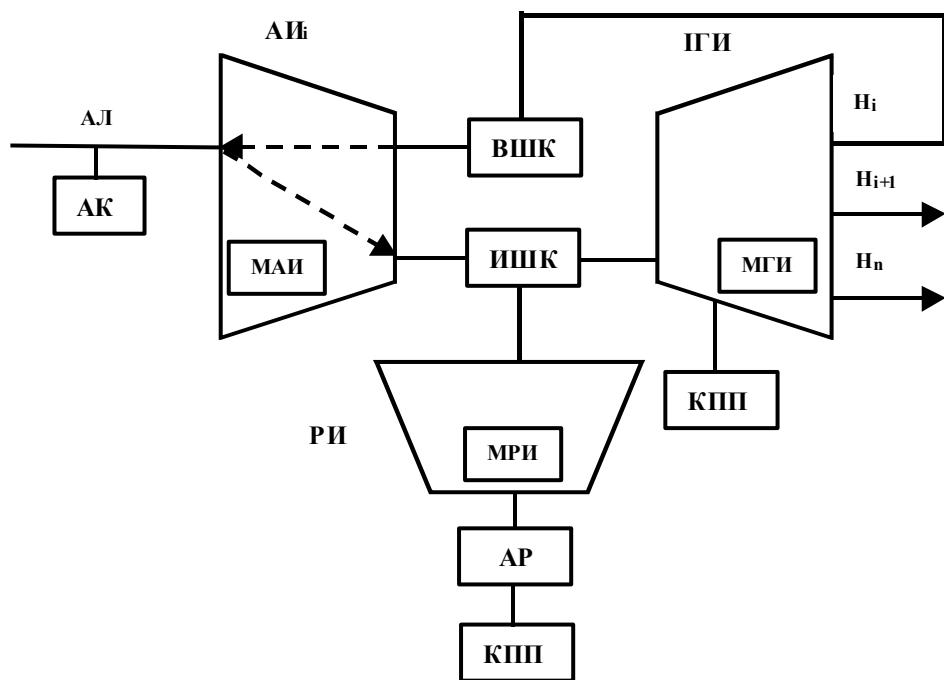
- АТСК городского типа – станции большой емкости (10000-20000 номеров), применяются на ГТС;
- АТСК 100/2000, АТСК 50/200 – станции малой и средней емкости, применяются на СТС;
- АМТС-2, АМТС-3, АРМ-20 – применяются на междугородной сети в качестве оконечных АМТС (междугородных АТС).

АТСК 100/2000, АТСК 50/200 также достаточно широко применяются в качестве учрежденческо-производственных АТС (УПАТС) для организации технологической связи предприятий и учреждений.

Особенности АТСК:

- многозвездное построение ступеней поиска;
- косвенное (регистровое) управление;
- обходной принцип управления установлением соединения.

На рисунке 5.1 представлена структурная схема АТСК.



AI – ступень абонентского поиска

GI – ступень группового поиска

RI – ступень регистрового поиска

МАИ – маркер абонентского поиска

МГИ – маркер группового поиска

МРИ – маркер регистрационного поиска

АР – абонентский регистр

КПП – кодовый приемо-передатчик

Рисунок 5.1 – Структурная схема АТСК

5.1.2 Коммутационное оборудование

В состав коммутационного оборудования АТСК входит коммутационное поле, имеющее три вида ступеней искания:

- **абонентского** (АИ), которая обеспечивает непосредственное обслуживание абонентских линий по исходящей и входящей связи. При исходящей связи работает в режиме свободного искания (поиск свободного ИШК), а при входящей связи – в режиме линейного искания (поиск требуемой АЛ);
- **группового** (ГИ), на которой используется режим группового искания (выбор группы линий);
- **регистрового** (РИ), на которой используется режим свободного искания (поиск свободного абонентского регистра).

Как правило, городская АТСК имеет две ступени ГИ – IГИ и IIГИ для сети с пятизначной нумерацией, IГИ и IIIГИ для сетей с шестизначной нумерацией.

Для построения коммутационного поля на координатных АТС используются коммутационные приборы – многократные координатные соединители, которые имеют n входов и m выходов, доступных каждому входу. В МКС коммутация цепей осуществляется путем перемещения контактных пружин под воздействием якоря электромагнита. На рисунке 5.2 показан принцип работы МКС.

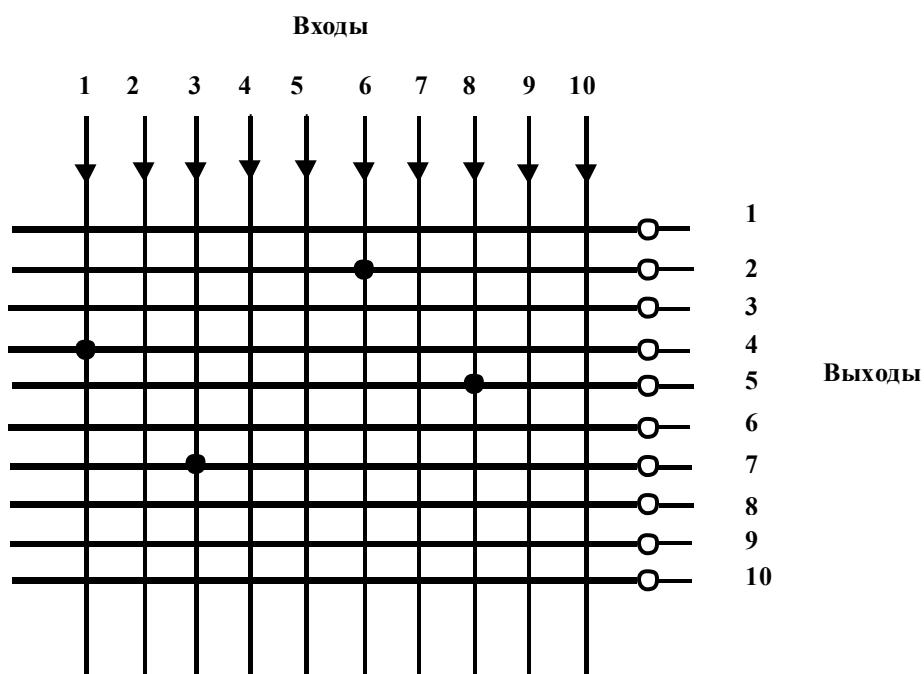
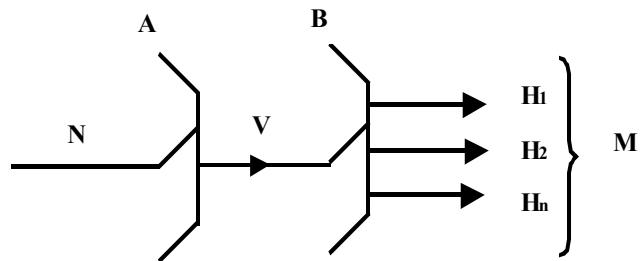


Рисунок 5.2 – Принцип работы МКС

Координатная сетка МКС образуется взаимно пересекающимися вертикалями и горизонтальами. В вертикалі включаются входы, в горизонтали включаются выходы. В местах пересечения горизонталей и вертикалей создаются точки коммутации, позволяющие соединить любой вход с любым выходом. Одновременно могут быть соединены только несколько или все входы с таким же числом выходов. В качестве точек коммутации используются

контактные пружины. На рисунке 5.3 показаны точки, в которых соединены горизонтали и вертикали. В результате входы 1, 3, 6 и 8 соединены соответственно с выходами 4, 7, 2 и 5. Такой соединитель позволяет устанавливать одновременно 10 соединений.

Путем объединения входов или выходов коммутационных приборов, строятся **коммутационные блоки** с требуемыми структурными параметрами. Блоки ступени ГИ двухзвенные и маркируются $N \times V \times M$, где N – число входов блока, V – число промежуточных линий, M – число выходов блока. Условное обозначение коммутационных блоков показано на рисунке 4.22.



*A, B – звенья коммутационного блока
H - направления*

Рисунок 5.3 – Условное обозначение коммутационных блоков

Коммутационные блоки характеризуются структурными параметрами, к которым относятся:

- параметры МКС;
- количество МКС на каждом звене;
- количество вертикалей в каждом МКС;
- связность – количество промежуточных линий, связывающих каждый коммутатор звена А с каждым коммутатором звена Б.

В коммутационное поле внутристанционные линии включаются через шнуровые комплекты – **исходящий** (ИШК) и **входящий** – (ВШК), которые выполняют следующие функции:

- подключение регистра к соединительному тракту;
- активизация автоматического определения номера АОН;
- передача информации о номере и категории вызывающего абонента;
- подача абонентам информационных сигналов;
- прием от абонентов линейных сигналов (ответ, отбой);
- питание цепи микрофонов ТА.

Абонентские комплекты осуществляют подключение АЛ к станции, принимают от абонента линейный сигнал вызова станции (занятие).

5.1.3 Управляющие устройства

В качестве управляющих устройств в АТСК используются **регистры** и **маркеры**.

В АТСК различают несколько видов регистров:

1) на местных станциях:

- **абонентские** регистры – предназначены для приема информации о номере вызываемого абонента и передачи ее в УУ (рисунок 5.4);

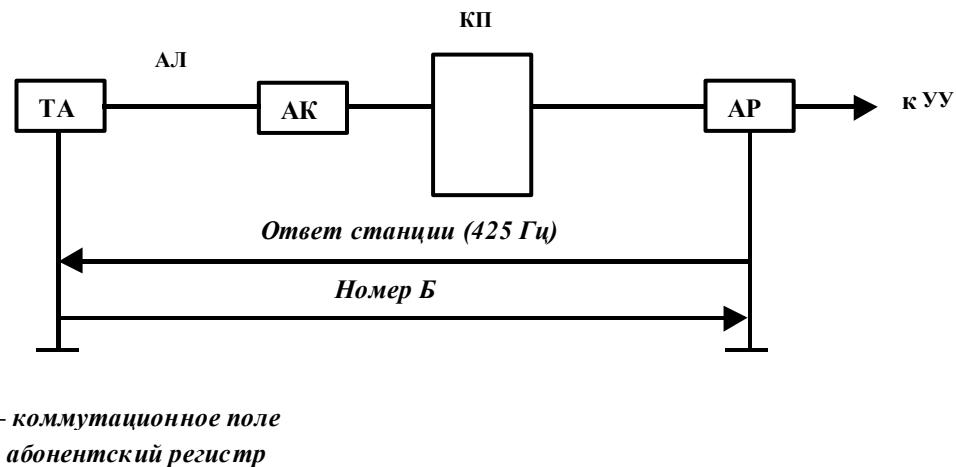


Рисунок 5.4 – Функции абонентского регистра

• **входящие** регистры – предназначены для приема адресной информации, поступающей по входящим соединительным линиям от других коммутационных систем и ее передачи в УУ;

• **исходящие** регистры – применяются на исходящих соединительных линиях в случае необходимости изменения способа передачи адресной информации и предназначены для приема адресной информации от абонентского регистра и ее выдачи в исходящую СЛ;

2) на АМТС:

- **входящие междугородные** регистры;
- **исходящие междугородные** регистры.

Маркеры в процессе обслуживания вызова осуществляют выбор соединительного пути между входом и выходом коммутационного блока и управление коммутационными приборами при установлении соединения. Выбор соединительного пути между входом и выходом ступени искания обеспечивается либо в режиме свободного искания, либо вынужденного искания. Для работы в режиме вынужденного искания маркеры получают адресную информацию из регистра.

5.2 Квазиэлектронные АТС

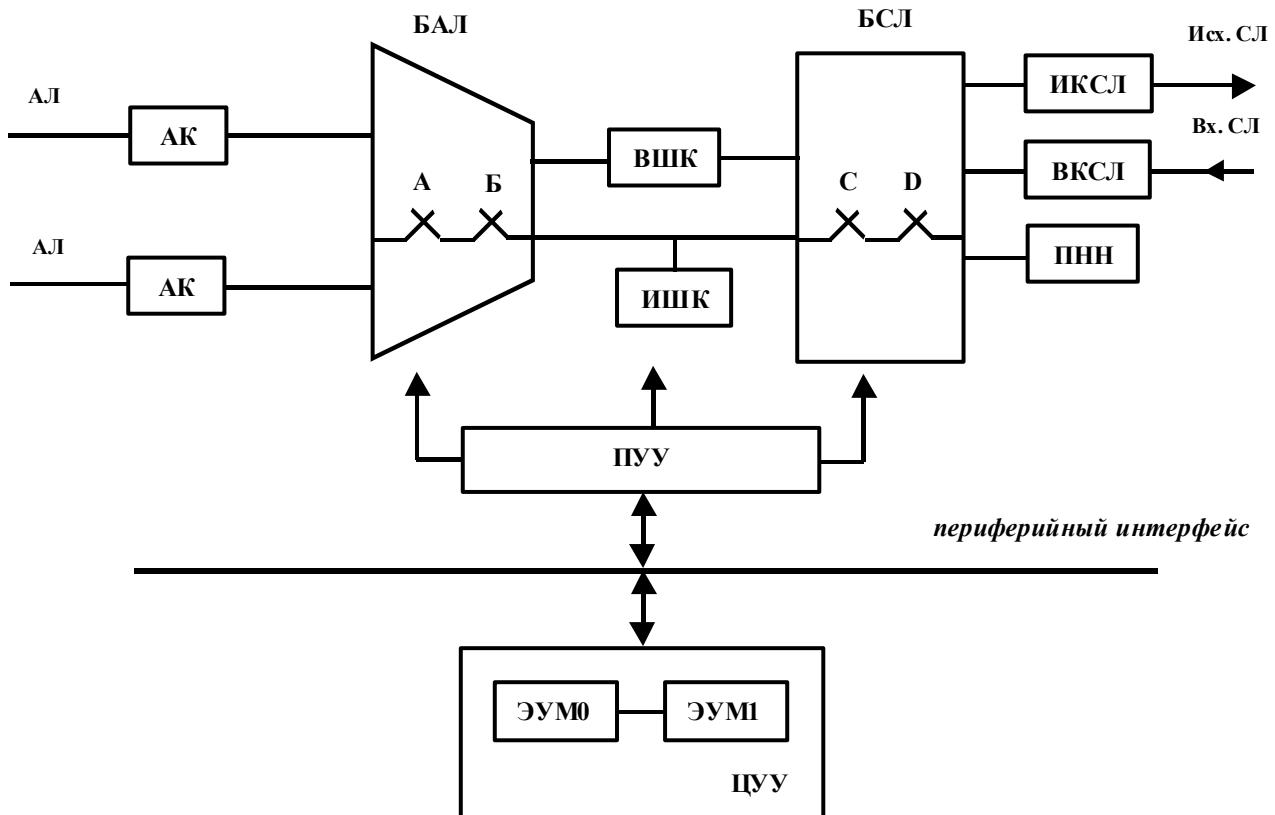
5.2.1 Структура АТСКЭ

В АТСДШ и АТСК логика работы управляющих устройств задается замонтированной программой, то есть определяется монтажом принципиальных схем. Квазиэлектронные АТС (АТСКЭ) характеризуются тем, что в качестве управляющих устройств используются электронные управляющие машины ЭУМ, которые работают по записанной программе, хранящейся в памяти, а коммутационное поле строится на разных типах матричных соединителей.

Области применения АТСКЭ:

- 1) городские, сельские и учрежденческие АТС средней и малой емкости (АТСКЭ КВАНТ, система ИСТОК);
- 2) оконечные АМТС (АМТСКЭ КВАРЦ).

На рисунке 5.5 показана структурная схема АТСКЭ.



ЦУУ – центральное управляющее устройство

ЭУМ – электронная управляющая машина

АК – абонентский комплект

ВШК – входящий шнуровой комплект

ИШК – исходящий шнуровой комплект

БАЛ – блок абонентских линий

БСЛ – блок соединительных линий

ИКСЛ – исходящий комплект соединительных линий

ВКСЛ – входящий комплект соединительных линий

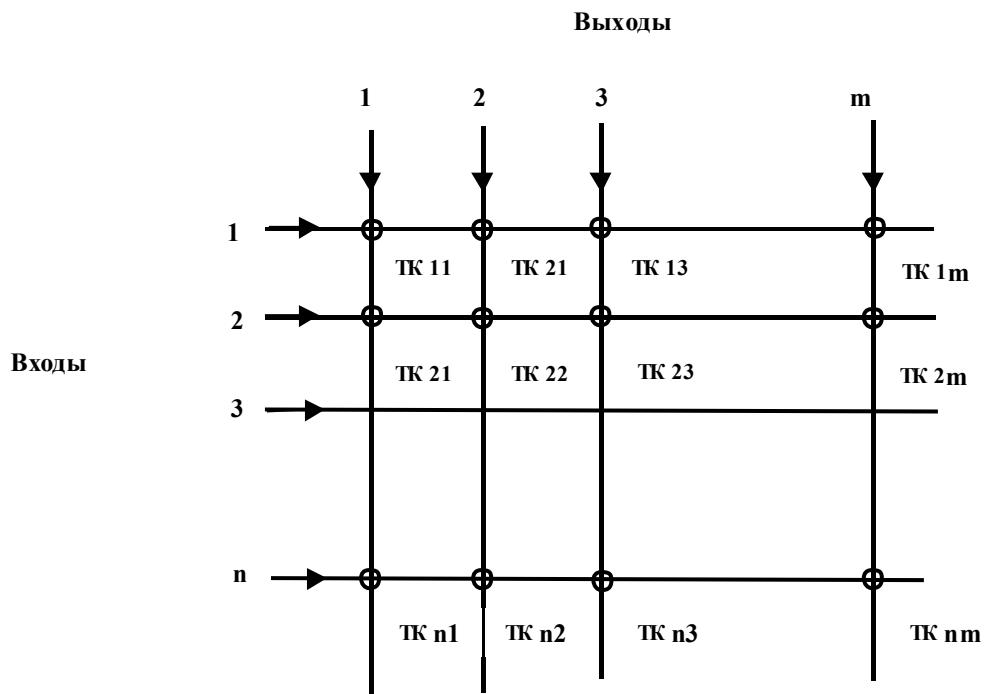
ПНН – приемник набора номера

Рисунок 5.5 – Структурная схема АТСКЭ

5.2.2 Коммутационное оборудование

В состав коммутационного оборудования (телефонной периферии) АТСКЭ входит коммутационное поле, построенное на блоках **абонентских линий** (БАЛ) и **блоках соединительных линий** (БСЛ). Блоки БАЛ выполняют функции ступени АИ, блоки БСЛ – ступени ГИ. Количество звеньев в блоках зависит от емкости станции. В АТСКЭ малой и средней емкости эти блоки двухзвенные, в АТСКЭ большой емкости четырехзвенные. Блоки маркируются N×V×M, где N – число входов блока, V – число промежуточных линий, M – число выходов блока.

Для построения коммутационного поля используются различные типы матричных соединителей: ферридовые, интегральные, гезаконовые. В качестве коммутационных элементов в этих соединителях применяются герметизированные контакты – герконы. Геркон имеет стеклянный корпус, в который запаяны две или три контактные пружины. В коммутационных полях применяются герконы с контактными группами на замыкание. На рисунке 5.6 показан принцип построения матричного ферридового соединителя (МСФ).



TK – точка коммутации

Рисунок 5.6 – Принцип построения матричного ферридового соединителя

В матричном соединителе можно выделить две электрически не связанные матрицы:

1) матрица обмоток, в которой объединяются обмотки управления точек коммутации (на рисунке 5.6 не показана);

2) коммутационная матрица, в которую объединены герконы (герметизированные контакты) точек коммутации.

Связь между матрицами осуществляется через магнитное поле: при прохождении тока по обеим обмоткам управления в матрице обмоток создается магнитное поле, которое обеспечивает замыкание герконов в соответствующей точке коммутации. Удержание герконов в замкнутом состоянии осуществляется за счет остаточной магнитной индукции. Для выключения точки коммутации ток пропускается по одной из обмоток в матрице обмоток.

В коммутационное поле включаются комплекты, выполняющие роль интерфейсов для различных внешних и внутристанционных линий:

- **абонентские комплекты** (АК) предназначены для подключения АЛ к станции, принимают от абонента линейный сигнал вызова станции (занятие), выдают сигнал «занято» в случае недоступности вызываемого абонента или его отбоя;

- **шнуровые комплекты** (ИШК и ВШК) предназначены для питания микрофонов, выдачи сигналов ПВ и КПВ, приема линейных сигналов ответа вызываемого абонента, отбоя по линии вызываемого и вызывающего абонентов;
- **комплекты соединительных линий** (ИКСЛ и ВКСЛ) предназначены для подключения СЛ от других станций;
- **приемник набора номера** (ПНН) предназначен выдачи сигнала «Ответ станции» и для приема номера.

5.2.3 Управляющие устройства

В АТСКЭ применяется централизованная система управления, в которой все логические функции по управлению процессами установления соединений выполняются **центральным управляющим устройством** (ЦУУ), реализованном в виде двухмашинного управляющего комплекса. В состав ЦУУ входят электронные управляющие машины (ЭУМ). Для согласования работы ЦУУ и коммутационного оборудования по временным и энергетическим параметрам применяются **периферийные управляющие устройства** (ПУУ). Основные функции ПУУ: сканирование (опрос контрольных точек приборов), управление комплектами и коммутационным полем. Взаимодействие ЦУУ и ПУУ осуществляется через периферийный интерфейс.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назначение системы коммутации?
- 2 По каким признакам классифицируются системы коммутации?
- 3 Какие виды линий включаются в систему коммутации?
- 4 Какие основные виды оборудования входят в состав системы коммутации?
- 5 Что такое коммутация?
- 6 Что такое коммутационный прибор?
- 7 Что такое коммутационный элемент?
- 8 Что такое коммутационная группа?
- 9 Из каких фаз состоит цикл работы коммутационного прибора?
- 10 По каким признакам классифицируются коммутационные приборы?
- 11 Какими параметрами характеризуются коммутационные приборы?
- 12 На какие типы делятся коммутационные приборы по своим структурным параметрам?
- 13 Какие функции выполняют ступени искания коммутационного поля?
- 14 Что такое свободное искание?
- 15 Что такое вынужденное искание?
- 16 По каким признакам классифицируются УУ?
- 17 На какие виды делятся способы установления соединения?
- 18 Какие виды оборудования входят в состав АТСК?
- 19 Какие коммутационные приборы используются для построения коммутационного поля АТСК?
- 20 Какие виды оборудования входят в состав АТСКЭ?
- 21 Какие коммутационные приборы используются для построения коммутационного поля АТСКЭ?

6 ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

6.1 Функциональная архитектура ЦСК

6.1.1 Функциональная архитектура современной ЦСК

Функциональная архитектура ориентирована на конвергенцию сетей ТФОП, сотовой связи, Internet (см. раздел 10, п. 10.3). В таблице 6.1 приведены основные типы ЦСК, производимые в мире [3].

Таблица 6.1 – Основные типы ЦСК

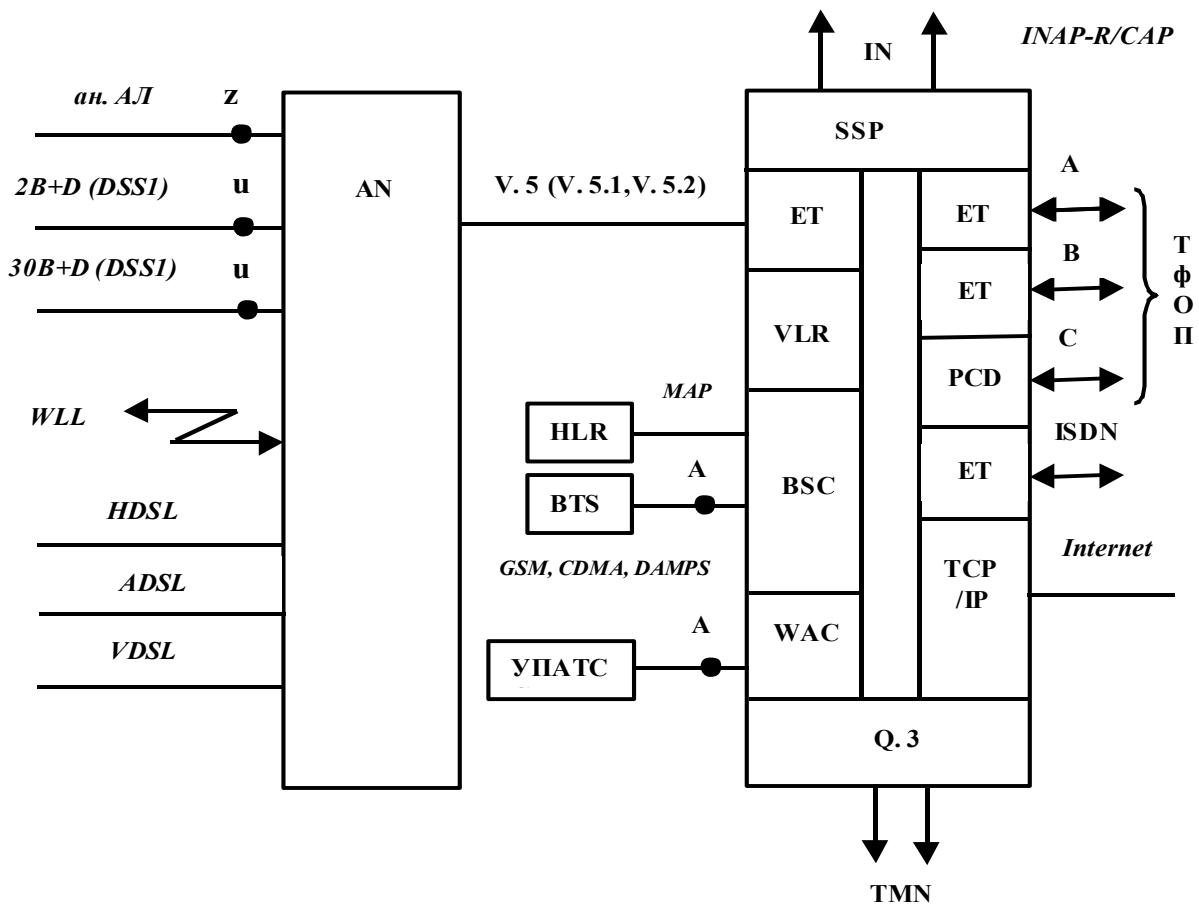
Страна производитель	Тип ЦСК	Фирма производитель
США	5ESS, DMS	AT&T, Nortel
Канада	DMS	Nortel
Великобритания	Система X	GPT
Франция	E10, MT-20	Alcatel
Германия	EWSD, S12	Siemens, Alcatel
Италия	Linea UT	Italtel
Япония	NEAX 61Σ, FETEX150	NEC, Fujitsu
Россия	АТСЦ-90, Квант, Элком, Si-2000	ЛОННИС, Квант-Интерком, Рустелеком, ИскраУралТел
Финляндия	DX-200	Nokia
Корея	TDX-10	Samsung, Goldstar, Daewoo, Hanwha
Китай	C&C 08	Huawei
Словения	Si-2000	IskraTEL

Сети связи, как правило, строятся на оборудовании нескольких фирм, что позволяет оператору связи осуществлять и технических, и стоимостной выбор оборудования. При этом возникает необходимость в сопряжении оборудования абонентского доступа и группового оборудования разных производителей. С целью унификации этого стыка были разработаны протоколы V.5. Наличие данных протоколов позволяет функционально представить ЦСК в виде двух независимых частей:

1) оборудования абонентского доступа (AN);

2) группового оборудования SN.

Функциональная архитектура ЦСК изображена на рисунке 6.1.



AN (Access Network) – сеть доступа

SSP (Service Switching Point) – узел коммутации услуг, коммутационная система (ЦСК)

DSSI (Digital Signaling System) – протокол реализации доступов 2B+D и 30B+D

WLL (Wireless Local Loop) - оборудование радиодоступа

HDSL, ADSL, VDSL (Digital Subscriber Line) – различные варианты реализации технологии цифровых абонентских линий

HLR (Home Location Register) – домашний регистр местонахождения

BTS (Base Transceiver Station – базовая станция сети сотовой связи

GSM, CDMA, DAMPS – стандарты сети сотовой связи

BSC – (Base Station Controller) - контроллер базовых станций

VLR (Visit Location Register) – визитный регистр местонахождения

ET (Exchange Termination) – комплект цифровых соединительных линий

WAC (Wide Area Center) – служба Центрекс для обслуживания УПАТС

УПАТС – учрежденческо-производственная АТС

ISDN – (Integrated Services Digital Network) – цифровая сеть с интеграцией обслуживания

INAP-R/CAP, MAP – протоколы системы сигнализации ОКС №7

TMN (Telecommunications Management Network) – сеть управления телекоммуникациями

ИС (IN- Intelligent Network) – интеллектуальная сеть

Q.3 – универсальный интерфейс стыка ЦСК- TMN

ISDN (Integrated Services Digital Network) - цифровая сеть с интеграцией обслуживания

z, u – абонентские интерфейсы

A, B, C – сетевые интерфейсы

Рисунок 6.1 – Функциональная архитектура ЦСК

6.1.2 Интерфейсы ЦСК

Интерфейс – определенная стандартами граница между взаимодействующими объектами. Интерфейс определяет физические и электрические свойства сигналов обмена информацией между устройствами и дополняется **протоколом обмена**, описывающим логические процедуры по обработке сигналов обмена.

Сложные интерфейсы содержат несколько уровней, каждый из которых принимает сообщения нижнего уровня и поставляет результаты обработки более высокому уровню и наоборот. Описание интерфейсов и протоколов существуют в виде *международных Рекомендаций ITU-T, ETSI и др.* (см. раздел 1, п. 1.6).

Интерфейсы ЦСК (стыки) можно разделить на следующие группы:

1) **абонентские**:

- аналоговый;
- цифровой;
- стык ISDN;

2) **интерфейсы сети доступа**:

- интерфейс V 5.1;
- интерфейс V 5.2;

3) **сетевые интерфейсы**:

- интерфейс А;
- интерфейс В;
- интерфейс С.

6.1.3 Абонентские интерфейсы

Типы абонентских интерфейсов представлены в таблице 5.2.

Таблица 6.2 – Типы абонентских интерфейсов

Тип интерфейса	Тип подключаемого ОУ	Примечания
Z - интерфейс	Аналоговые ОУ	Подключается через двухпроводную АЛ. Аналого-цифровое преобразование (АЦП) производится в станционном окончании, реализованном в виде абонентского комплекта (АК)
S – интерфейс “пользователь - сеть” (BRA – Basic Rate Access)	Аналоговые ОУ (через терминальный адаптер). Цифровые ОУ.	NT1 – сетевое окончание для подключения до 8 оконечных устройств. Структура сигнала 2B+D. Суммарная скорость 192 кбит/с. Передача сигнальной информации по протоколу DSS1.
T (PRA – Primary Rate Access)	Большие нагрузочные группы (ЛВС, УПАТС)	NT2 – сетевое окончание для подключения больших нагрузочных групп. Структура сигнала 30B+D. Скорость 2048 кбит/с. Передача сигнальной информации по протоколу DSS1.
U- интерфейс	Участок NT1 – LN (линейное окончание)	Скорость передачи 160 кбит/с

6.1.4 Интерфейсы сети доступа

Основное назначение сети доступа (AN) – экономия линейно-кабельных сооружений абонентской распределительной сети за счет временного уплотнения (мультиплексирования) на участке: сеть доступа - оконечная ЦСК. Интерфейс V5 является общим понятием для обозначения семейства интерфейсов между сетью доступа и узлом коммутации. В настоящее время в этом семействе определены два типа интерфейсов: V5.1 и V5.2.

Интерфейс V5.1 используется для подключения к опорной станции аналоговых абонентов и абонентов ISDN. Интерфейс V5.1 состоит из одного тракта E1 (2048 кбит/с) и позволяет подключить к опорной станции до 30 аналоговых или до 15 цифровых АЛ, или смешанное подключение аналоговых и цифровых АЛ. Отличительной особенностью интерфейса V5.1 является статическое (без концентрации нагрузки) мультиплексирование в оборудовании сети доступа.

Интерфейс V5.2 используется для подключения к опорной станции аналоговых и абонентов ISDN (базовый и первичный доступ) и может включать в свой состав от 1 до 16 трактов E1. Интерфейс V5.2 позволяет производить концентрацию абонентской нагрузки.

Организация взаимодействия через интерфейс V5 осуществляется посредством использования рядов протоколов, которые разделены на две группы:

1) *протоколы управления вызовом*, используемые для обслуживания вызовов аналоговых и ISDN-абонентов, т. е. протоколы ТФОП (главная задача – поддержание процедур сигнализации по аналоговой АЛ при переходе к сигнализации по выделенному сигнальному каналу) и DSS1, EDSS1 (сигнализация этих протоколов прозрачно передается через интерфейс V5);

2) *сервисные протоколы*, главной задачей которых, является поддержание процедур, связанных с функциями управления на интерфейсе V5.

6.1.5 Сетевые интерфейсы

Согласно рекомендациям ITU-T аналоговые и цифровые СЛ включаются в ЦСК через интерфейсы А, В, С.

Интерфейс А используется для подключения цифровых трактов, уплотненных аппаратурой ИКМ-30 (поток E1 2048 кбит/с).

Интерфейс В используется для подключения трактов, уплотненных аппаратурой ИКМ-120 (поток E2 8448 кбит/с).

Интерфейс С используется для подключения двух- и четырехпроводных аналоговых СЛ.

6.2 Структура ЦСК

Цифровая система коммутации характеризуется тем, что ее коммутационное поле коммутирует каналы, по которым информация передается в цифровой форме. Однако, к ЦСК могут подключаться как цифровые, так и аналоговые абонентские и соединительные линии

(посредством абонентских и цифровых блоков). Обобщенная структурная схема ЦСК показана на рисунке 5.2.

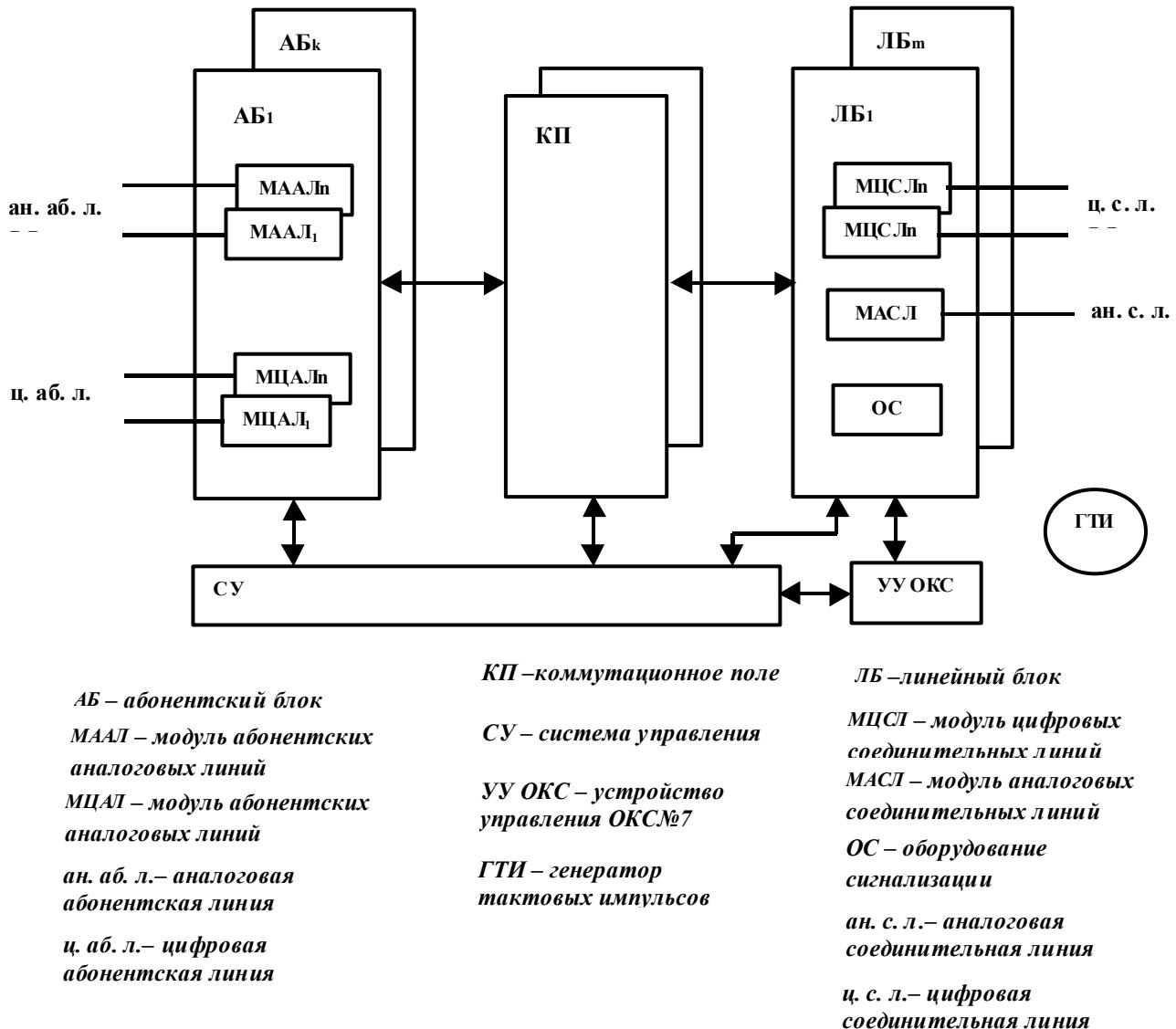


Рисунок 6.2 – Обобщенная структурная схема ЦСК

В состав ЦСК входят следующие виды оборудования:

1) *модуль аналоговых абонентских линий (МААЛ)* предназначен для подключения к станции аналоговых абонентских линий и выполняет следующие функции:

- аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование;
- концентрация нагрузки;
- функции абонентского стыка;

2) *модуль цифровых абонентских линий (МЦАЛ)* предназначен для подключения к станции цифровых абонентских линий и выполняет функции станционного окончания доступа абонентов цифровой сети с интеграцией обслуживания (ЦСИО);

3) модуль цифровых соединительных линий (*МЦСЛ*) используется для подключения к станции цифровых соединительных линий и линий ЦСИО, а также согласование входящих и исходящих потоков со скоростями коммутации в коммутационном поле;

4) модуль аналоговых соединительных линий (*МАСЛ*) образует интерфейс для подключения аналоговых соединительных линий к цифровому коммутационному полю (осуществляет аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование);

5) оборудование сигнализации (*ОС*) выполняет функции по приему и передаче сигналов управления и взаимодействия между коммутационными системами;

6) коммутационное поле (*КП*) выполняет коммутацию соединений различных видов: коммутацию разговорных соединений в цифровой форме, коммутацию межпроцессорных соединений; для надежности КП дублируется;

7) устройство управления *OKС№7* предназначено для управления сетью по общему каналу сигнализации;

8) генератор тактовых импульсов (*ГТИ*) предназначен для выработки тактовой частоты, необходимой для синхронизации работы всех блоков станции;

9) система управления (*СУ*) предназначена для управления всеми процессами обслуживания вызовов.

6.3 Оборудование доступа к ЦСК

6.3.1 Модуль аналоговых абонентских комплектов

Абонентские линии в ЦСК включаются в коммутационное поле через абонентские блоки (*АБ*), которые могут располагаться на территории самой станции либо на расстоянии от нее (рисунок 6.3).

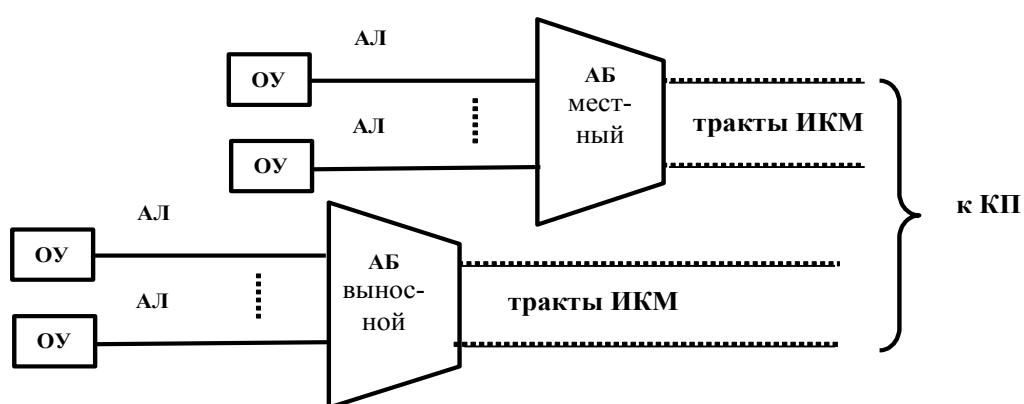


Рисунок 6.3 – Подключение АБ к КП

Абонентские блоки, расположенные на расстоянии от ЦСК, называются **выносными АБ**. Вынос АБ от опорной ЦСК позволяет строить более гибкую сеть, сокращает протяженность АЛ и уменьшает затраты на управление и обслуживание. Выносные АБ связываются с КП по первичным цифровым трактам 2 Мбит/с.

Абонентский блок выполняет следующие основные функции:

- аналого-цифровое преобразование АЦП и цифро-аналоговое преобразование ЦАП в случае подключения аналоговых АЛ;
- реализация функций BORSCHT, которые выполняются в АК аналоговых линий;
- подключение АЛ к первичному цифровому тракту, идущему в КП ЦСК;
- мультиплексирование или концентрация нагрузки.

Абонентский комплект и его функции. Абонентский комплект (АК) предназначен для согласования оконечных устройств с ЦСК. АК выполняет 7 функций, каждой из которых поставлена в соответствие буква английского алфавита.

B (battery feed) – электропитание абонентского терминала;

O (over voltage) – защита от перенапряжений на АЛ;

R (ringing) – посылка вызова;

S (supervision, signaling) – наблюдение и сигнализация;

C (coding) – кодирование;

H (hybrid) – дифференциальная система;

T (testing) – тестирование.

На рисунке 6.4 показана структурная схема АК с учетом функций BORSCHT [1].

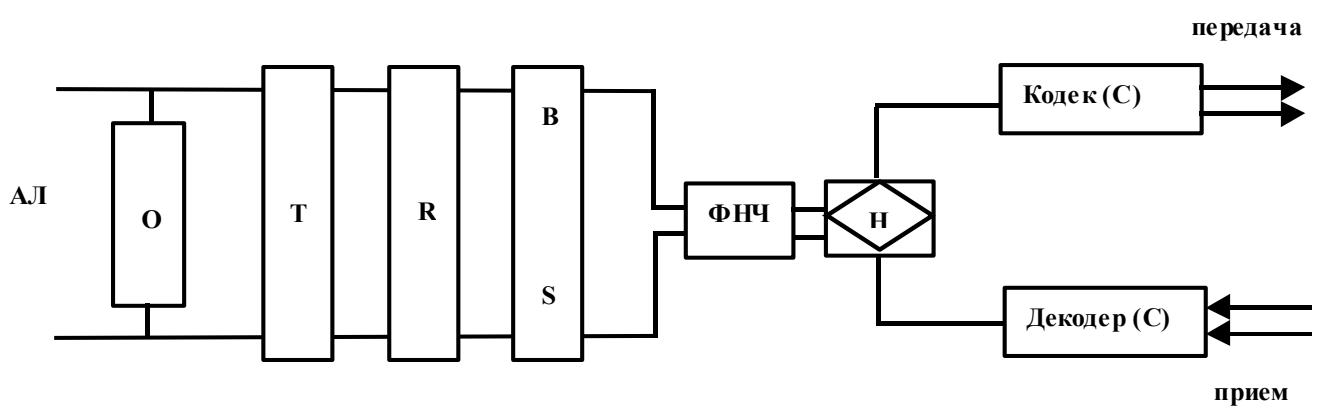


Рисунок 6.4 – Структурная схема АК с учетом функций BORSCHT

Функция В. Ток питания абонентского телефонного аппарата (ТА) в ЦСК подается из АК. Напряжение питания -48В или -60В .

Функция О. Обеспечивает защиту линий отдельных элементов ЦСК и оконечных устройств, как от разовых случайных воздействий (например, удар молнии), так и от постоянных воздействий индуктивного характера со стороны высоковольтных линий.

Функция R. В аналоговых ТА для срабатывания звонка используется подача высокого переменного напряжения $\approx 90\text{В}$ и частотой 25 Гц. Таким образом, выполняется одна из функций абонентской сигнализации – вызов абонента с помощью сигнала ПВ.

Функция S. Обеспечивает контроль за состоянием абонентской линии с целью обнаружения вызова от абонента, ответа, отбоя, адресной информации декадным кодом. Для аналоговой линии эти сигналы обнаружаются по замыканию и размыканию цепи постоянного тока.

Функция C. Обеспечивает переход от аналоговых сигналов к цифровым. Наиболее распространенным способом является импульсно-кодовая модуляция ИКМ.

Функция H (функции дифсистемы). Обеспечивает разделение цепей передачи и приема при переходе от двухпроводной АЛ к четырехпроводному тракту ИКМ.

Функция T. Обеспечивает установление причины и места неисправности. Производится с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), которая подключается к АЛ помошью, например, герконовых реле. Возможны основные проверки:

- сопротивление изоляции проводов а и b относительно земли либо между проводами а и b;
- емкость между проводами а и b;
- изменение постоянного и переменного напряжения на проводах а и b;
- проверка на короткое замыкание.

6.3.2 Цифровой абонентский доступ

Для подключения цифровых абонентов к ЦСК предусматриваются цифровые АК, расположенные в абонентском блоке. В отличие от аналогового АК цифровой не выполняет многие из функций BORSCHT, так как они переносятся в цифровой ТА.

Для абонентов сети ISDN организуется *цифровой абонентский доступ* - совокупность аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие между цифровыми абонентскими терминалами и ЦСК.

Возможны два варианта доступа:

1) *базовый доступ* (BRA – Basic Rate Access) со скоростью 2B+D=144 кбит/с, но фактически скорость 192 кбит/с, так как передается дополнительная информация по синхронизации и управлению сетью;

2) *первичный доступ* (PRA – Primary Rate Access) используется для систем с повышенной нагрузкой со скоростью 30B+D (локально-вычислительные сети, УПАТС).

Функциональная схема организации доступа абонентов ISDN к ЦСК состоит из функциональных блоков размещаемых у абонентов и на ЦСК. Физические устройства, образующие интерфейс между линией и пользователем, располагаются в непосредственной близости от терминалов и называются сетевыми окончаниями (NT). Модуль цифровых АЛ на ЦСК реализуется в виде линейного окончания LT и станционного окончания ET.

Доступ 2B+D позволяет внедрить новые услуги на существующей абонентской сети. Его реализация явила предпосылкой для создания целого спектра телекоммуникационных средств получивших название xDSL, где x означает различную реализацию, а DSL (Digital Subscribe Line) – цифровую

абонентскую линию. В таблице приводятся данные о возможных вариантах реализации xDSL [3].

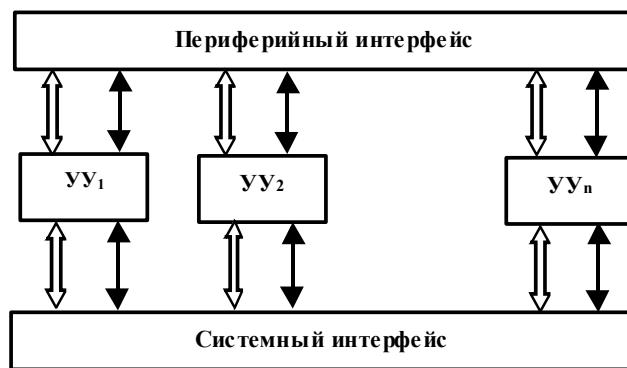
Таблица 6.3 – Характеристики оборудования xDSL

Название	Функции	Скорость	Примечание
DSL	Цифровая абонентская линия	160 кбит/с	ЦСИО: речь и данные, доступ в Интернет
HDSL	Высокоскоростная (high) цифровая абонентская линия	2048 кбит/с	Доступ в Интернет, локальные и крупномасштабные сети
SDSL	HDSL по простой паре	2048 кбит/с	Аналогично HDSL
ADSL	Асимметричная (asymmetric) цифровая абонентская линия	1,5- 7 Мбит/с	Доступ в Интернет, видео по запросу, мультимедиа
VDSL	Сверхскоростная цифровая (very high) абонентская линия	13-52 Мбит/с	ADSL плюс высококачественное телевидение (HDTV)

6.4 Системы управления в ЦСК

6.4.1 Классификация систем управления

В общем случае система управления состоит из нескольких управляющих устройств (УУ), которые определенным образом взаимодействуют друг с другом. Обмен управляющими сигналами (функциональные связи) и информацией (информационные связи) между УУ в процессе их совместного функционирования осуществляется через системный интерфейс, а между управляющими устройствами и объектами управления – через периферийный интерфейс.



УУ – управляющее устройство

↔ функциональные связи
↔ информационные связи

Рисунок 6.5 – Структура электронной управляющей системы (ЭУС)

ЭУС классифицируются по двум основным признакам:

- 1) *по способу управления процессом установления соединения* (рисунок 6.6);

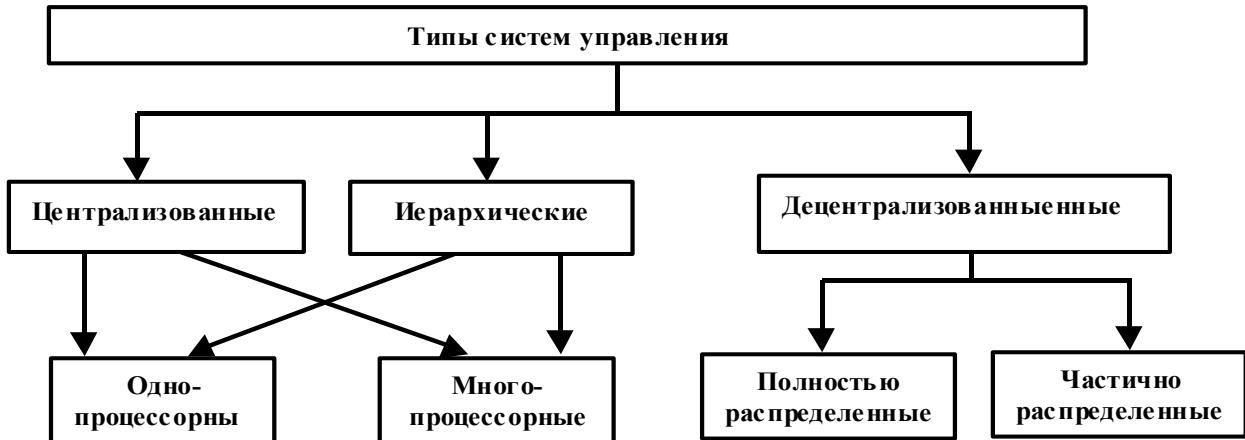


Рисунок 6.6 – Классификация ЭУС по способу управления установлением соединения

2) *по типу системного интерфейса* (рисунок 5.7).

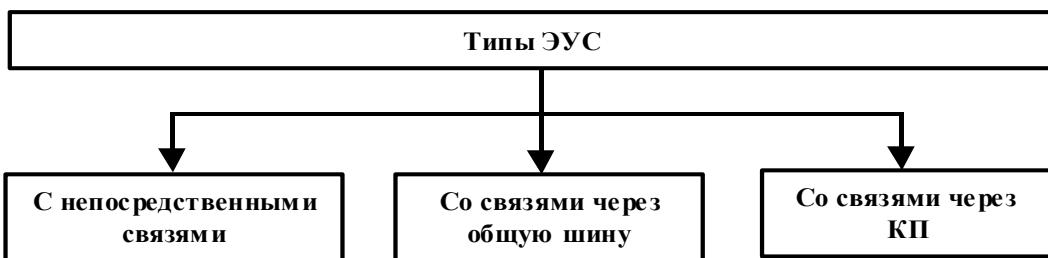


Рисунок 6.7 – Классификация ЭУС по типу системного интерфейса

Централизованное управление. Система управления состоит из одного центрального управляющего устройства (ЦУУ) в пределах всей системы коммутации. Возможны два способа реализации ЦУУ:

- на базе одного дублированного процессорного модуля (рисунок 6.8).



Рисунок 6.8 – Одномодульная ЭУС

В состав одномодульного ЦУУ входят две электронные управляющие машины ЭУМ 0 и ЭУМ 1. В этом случае ЦУУ выполняет как общестанционные, так и местные задачи по управлению оборудованием ЦСК.

- на базе нескольких процессорных модулей (рисунок 6.9).



Рисунок 6.9 – Многопроцессорная ЭУС

Для повышения гибкости и модульности ЦУУ может строится на базе нескольких процессорных модулей. При этом повышается надежность системы управления и появляется возможность наращивания ее производительности.

Достоинства централизованных систем управления:

- простота построения;
- экономичность для небольших станций.

Недостатки централизованных систем управления:

- высокие требования по производительности ЭУМ для станций большой емкости;
- сложность наращивания емкости.

В ЦСК централизованные СУ не получили распространения, но используются в квазиэлектронных коммутационных системах АТСКЭ и УПАТС.

Иерархическое управление. Система управления состоит из ЦУУ и нескольких групп периферийных управляющих устройств ПУУ, находящихся между собой в отношении иерархического подчинения (рисунок 6.10).

В иерархических ЭУС самому высокому уровню принадлежит ЦУУ, которое выполняет общесистемные задачи и координирует работу периферийных УУ. Управляющие устройства одного иерархического уровня работают независимо друг от друга, а УУ разных уровней имеют между собой информационные и функциональные связи через соответствующий системный интерфейс.

Процесс управления на каждом этапе обслуживания вызова проходит через все уровни, начиная с самого низкого до самого верхнего и обратно. При этом УУ на более высоком уровне выполняют более сложные функции. ПУУ самого низкого уровня принимает и предварительно обрабатывает информацию

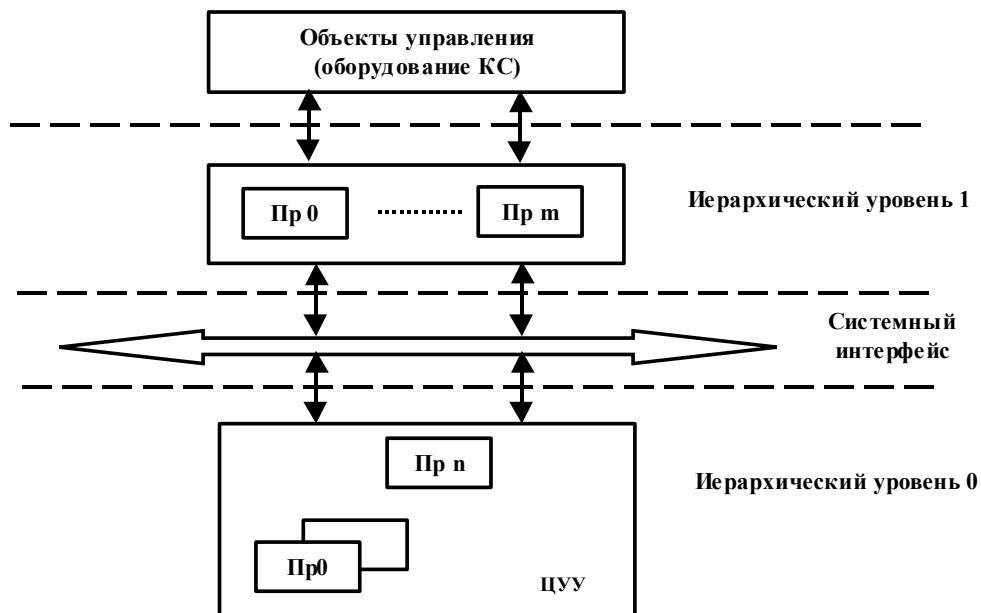


Рисунок 6.10 – Иерархическая ЭУС

о поступающих входных сигналах и формирует необходимые сообщения для ПУУ следующего уровня или ЦУУ. Одновременно с этим ЦУУ координирует совместную работу связанных с ним ПУУ при установлении каждого соединения и выполняет функции, требующие наиболее сложной арифметико-логической обработки информации о вызовах (например, анализ номера и выбор направления связи).

Достоинства иерархических систем управления:

- более высокая надежность по сравнению с централизованными ЭУС;
- модульность и гибкость структуры;
- простота программного обеспечения для каждого УУ;
- большая производительность УУ.

Недостатки иерархических систем управления:

- необходимость организации межпроцессорного обмена;
- наличие ЦУУ снижает надежность и усложняет процесс наращивания емкости.

Иерархические ЭУС используются в ЦСК: МТ-20/25, EWSD, AXE-10, 5ESS, NEAX.

Децентрализованное управление. Система управления состоит из большого числа УУ, каждое из которых выполняет только определенную часть функций по управлению процессом установления соединения. Отличительными чертами данной системы управления является управление процессом установления каждого соединения несколькими УУ. Система управления может быть:

- *полностью распределенной*, в которой в каждом функциональном блоке (модуле) находится УУ, а взаимодействие между модулями осуществляется через цифровое коммутационное поле ЦКП (рисунок 6.11);

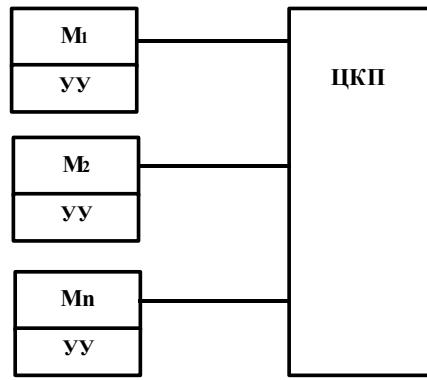


Рисунок 6.11 – Полностью распределенная ЭУС

- *частично распределенная ЭУС*, в которой управляющие функции в каждом блоке (модуле) выполняются местными УУ, а управление отдельными функциями (например, техническая эксплуатация, сопряжение с внешними устройствами ввода-вывода данных) осуществляется централизовано.

Достоинства децентрализованных систем управления:

- простота реализации;
- простота программного обеспечения для одного отдельно взятого блока;
- более высокая надежность из-за отсутствия ЦУУ;
- возможность наращивания емкости.

Недостатки децентрализованных систем управления:

- сложная организация межпроцессорных связей;
- задержки при межпроцессорных связях.

Распределенные СУ используются в ЦСК: DX-200, S-12, Si-2000.

Способы взаимодействия УУ. В системах управления взаимосвязь и взаимодействие УУ в процессе установления соединения осуществляется через системный интерфейс. Существует три варианта построения ЭУС с разными типами системного интерфейса:

- *непосредственная связь УУ* (рисунок 6.12) – одновременно обеспечивается взаимодействие между парой УУ (организуется при небольшом количестве УУ);

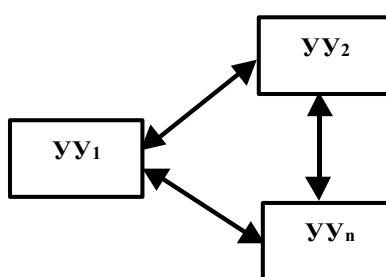


Рисунок 6.12 – Организация непосредственной связи УУ

- *связь УУ через общую шину* (рисунок 6.13) – все УУ поочередно (с разделением во времени) подключаются к общейшине (ОШ) для передачи информации. Одновременно по шине может передаваться информация только

между парой УУ, поэтому для организации очередности доступа в состав системного интерфейса вводится блок управления шиной БУШ;

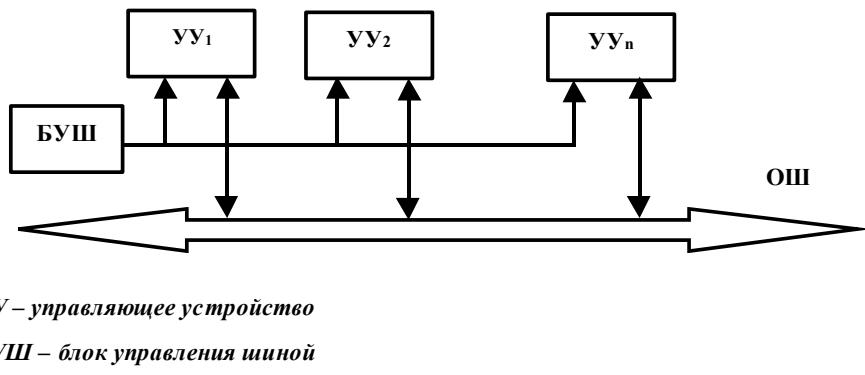


Рисунок 6.13 – Организация связи УУ через общую шину

- *связь УУ через коммутационное поле* (рисунок 6.14) – организация взаимодействия между УУ через общее КП (или через специальное, входящее в состав управляющей системы), при котором информация передается по любым или только по специально выделенным каналам коммутируемых ИКМ-линий (например, по 16-му временному интервалу).

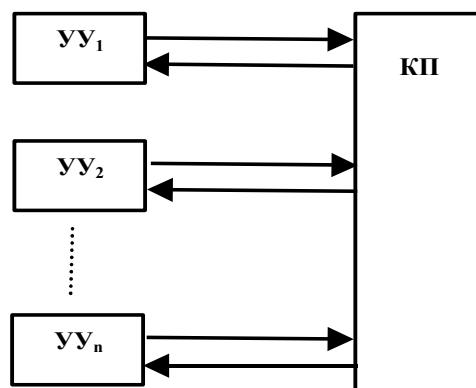


Рисунок 6.14 – Организация связи УУ через КП

6.4.2 Фазы работы управляющих устройств

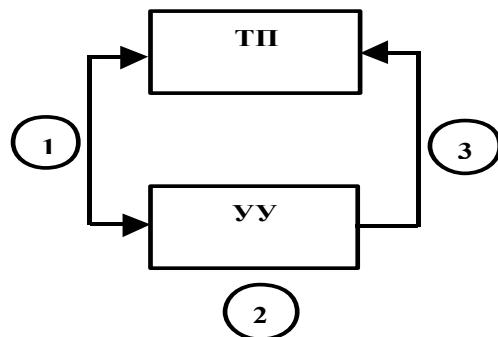
В цифровых АТС все действия управляющих устройств заранее предопределены программами их функционирования. Программы хранятся в памяти управляющих устройств. Весь цикл работы управляющих устройств условно можно разделить на три фазы (рисунок 6.15).

1 этап. *Обнаружение события* (поступление вызова от абонента, набор номера, отбой абонента, ответ абонента). Событие обнаруживается путем сканирования – периодического опроса контрольных точек приборов. Результат текущего опроса сравнивается с предыдущим состоянием контрольной точки, которое хранится в памяти управляющего устройства. Если текущее состояние отличается от предыдущего, то делается вывод о том, что произошло событие.

2 этап. *Формирование управляющих воздействий* (управляющих команд). На данном этапе происходит определение характера события. В зависимости от

характера события формируются управляющие команды. Также на данном этапе происходит поиск свободных соединительных путей в коммутационном поле. Поиск происходит без непосредственного (электрического) обращения к самим приборам в памяти управляющего устройства.

3 этап. *Выдача управляющих команд*. На данном этапе происходит выдача управляющих команд в блоки периферийного оборудования. После выполнения команд приборы и вызовы переводятся в новое состояние.



УУ – управляющее устройство

ТП – телефонная периферия

Рисунок 6.15 – Фазы работы управляющего устройства

6.5 Коммутационные поля ЦСК

6.5.1 Виды цифровой коммутации

При аналоговой коммутации каналов используются пространственные коммутационные схемы. При этом каждая точка коммутации закрепляется за определенным соединением на весь период его существования. Коммутация с временным разделением предполагает совместное использование точек коммутации путем разделения времени на интервалы, которые повторяются циклически. В каждом интервале отдельные конкретные точки коммутации и соответствующие им промежуточные соединительные линии периодически закрепляются за существующими соединениями.

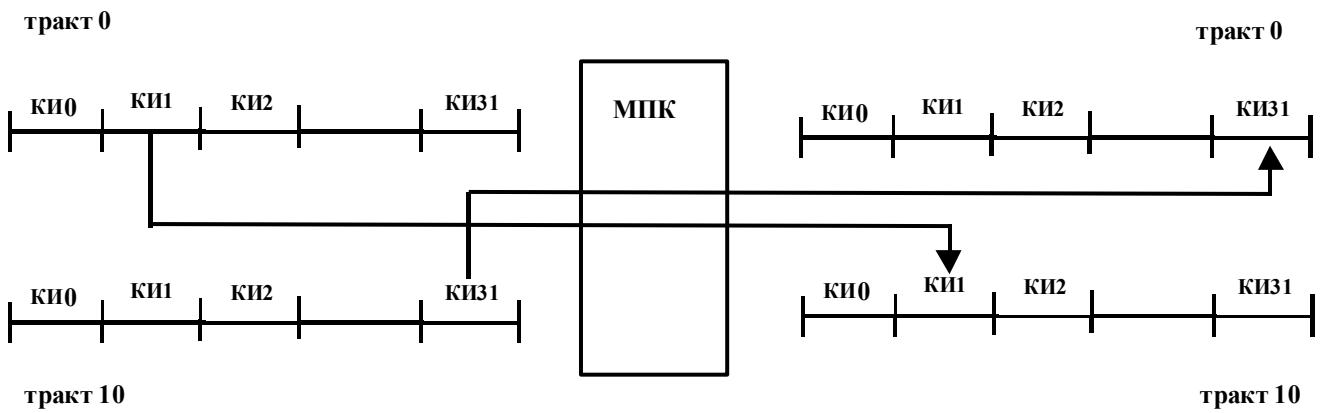
Различают два вида цифровой коммутации:

1) *Пространственная коммутация*, при которой процесс приема и передачи информации из входящего тракта в исходящий осуществляется в одном временном интервале (рисунок 6.16).

Для реализации функций пространственной коммутации используются модули пространственной коммутации МПК.

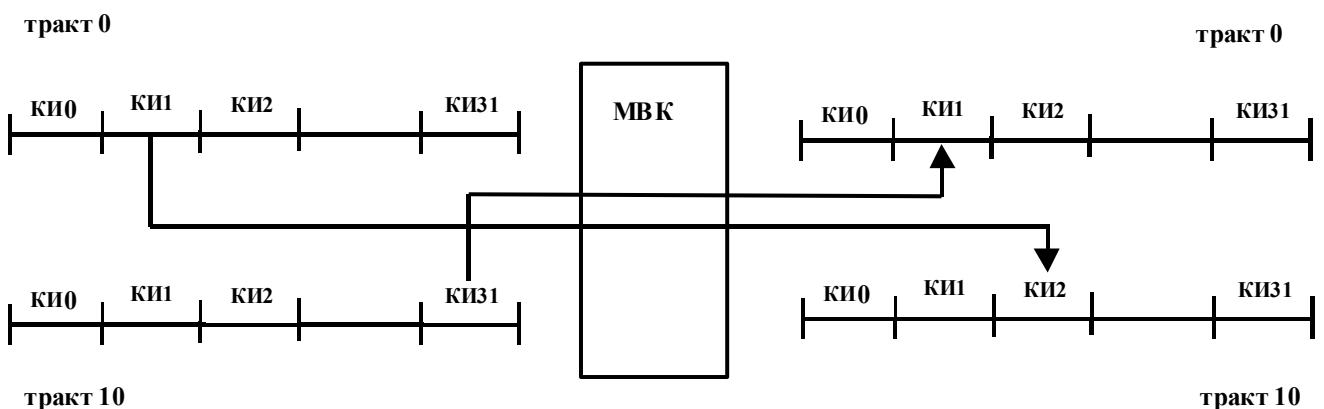
На рисунке 5.17 показано, что информация из 0 входящего тракта передается в 10 исходящий тракт в первом канальном интервале КИ1, а информация из 10 входящего тракта передается в 0 исходящий тракт в 31 канальном интервале КИ31.

2) *Временная коммутация*, при которой осуществляется процесс передачи информации, принятой в одном временном интервале течение одного временного интервала (рисунок 6.17).



МПК – модуль пространственной коммутации

Рисунок 6.16 – Принцип пространственной коммутации



МВК – модуль временной коммутации

Рисунок 6.17 – Принцип временной коммутации

Для реализации функций пространственной коммутации используются модули временной коммутации. Поскольку, моменты приема и передачи информации разнесены во времени, то процесс коммутации включает в себя время хранения информации, которое не должно превышать времени цикла передачи ($T_c = 125$ мкс).

На рисунке 5.19 показано, что информация из 0 входящего тракта принимается в КИ1, а передается в 10 исходящий тракт в КИ2. Информация из 10 входящего тракта принимается в КИЗ1, а передается в 0 исходящий тракт в КИ1.

6.5.2 Особенности коммутационных полей ЦСК

Признаками канала в цифровом коммутационном поле являются координаты: S –пространственная, t – времененная.

Пространственная координата определяется номером S_i тракта, которому принадлежит канал. Временная координата определяется временным

интервалом t_i , который отводится под канал K_i в общем цикле передачи 125 мкс.

Цифровая коммутация каналов трактов ИКМ является двухкоординатной, а используемые цифровые коммутационные устройства имеют следующие особенности:

1) относятся к классу синхронных устройств, т. е. все процессы на входах и выходах и внутри них согласованы по частоте и по времени;

2) являются четырехпроводными в силу особенности передачи сигналов по ИКМ-трактам.

В цифровом коммутационном поле ЦКП для реализации функций пространственной коммутации используются ступени пространственной коммутации (S – ступени), временной (T – ступени), пространственно-временной (S/T – ступени) и кольцевые соединители (разновидность реализации S/T – ступени).

ЦКП имеют следующие особенности:

- **Модульность**, что позволяет обеспечить легкую адаптацию системы к изменению емкости, удобство и простоту эксплуатации, технологичность производства за счет сокращения числа разнотипных блоков, а также упрощается управление системой и ее программным обеспечением.

- **Симметрическая структура**, при которой звенья 1 и N, 2 и (N-1), 3 и (N-2) и т. д. являются идентичными по типу и числу блоков. Такое поле является симметричным относительно оси, которая разделяет его на две части. Именно симметричные поля удобнее всего строить на однотипных модулях, поэтому свойства симметричности и модульности являются взаимодополняющими.

- **Дублирование**, ЦКП почти всегда являются дублированными для повышения надежности. Обе части поля (плоскости) работают синхронно, но для реальной передачи используется только одна из них (активная). Вторая часть находится в «горячем резерве» и, в случае необходимости, происходит автоматическое переключение.

- **Четырехпроводность**, в связи с тем, что линии передачи ИКМ-сигналов являются четырехпроводными.

Коммутационные поля ЦСК обеспечивают перенос информации между временными каналами приема и передачи и могут быть классифицированы по следующим признакам:

1) **по последовательности преобразования координат:**

- время-время (T-T);
- время – пространство – время (T-S-T);
- пространство – время – пространство (S-T-S);
- время - пространство – пространство – время (T-S-S-T) и т. п.

2) **по структуре:**

- **однородные**, в которых количество звеньев одинаковое для всех видов соединений (рисунок 6.18);

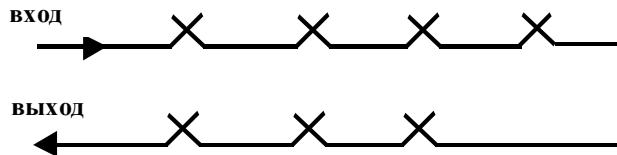


Рисунок 6.18 – Однородное ЦКП

- *неоднородные*, в которых количество звеньев в тракте зависит от адресов входов и выходов (рисунок 5.19);

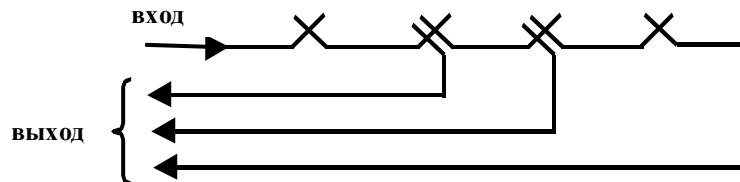
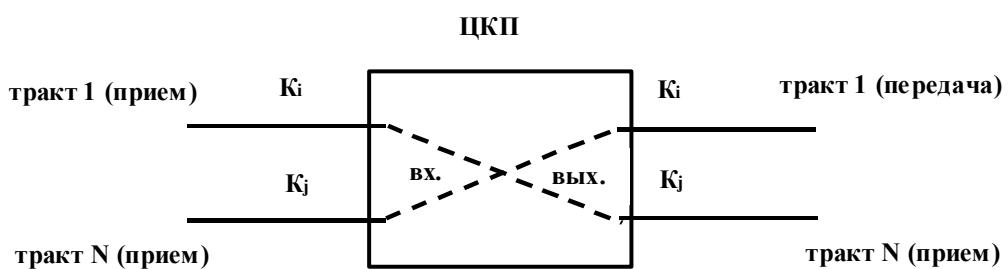


Рисунок 6.19 – Неоднородное ЦКП

3) по способу включения трактов:

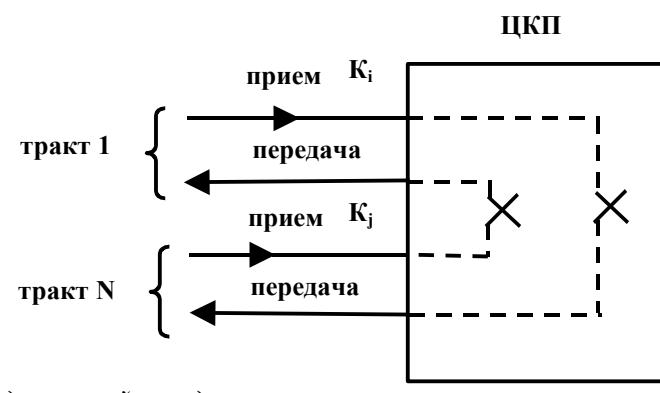
- *односторонние* (однонаправленные, разделенные (рисунок 6.20.));



$K_{i,j}$ – канал, принадлежащий определенному тракту

Рисунок 6.20 – Одностороннее ЦКП

- *двусторонние* (дву направленные, свернутые (рисунок 6.21)).



$K_{i,j}$ – канал, принадлежащий определенному тракту

Рисунок 6.21 – Двустороннее ЦКП

6.6 Программное обеспечение ЦСК

6.6.1 Понятие алгоритмического и программного обеспечения

Управляющая система ЦСК выполняет возложенные на нее функции по обслуживанию вызовов, а также функции, связанные с технической эксплуатацией в соответствии с заданными алгоритмами функционирования. Под **алгоритмом функционирования УС** понимают точное предписание о порядке выполнения действий по реализации той или иной функции. Алгоритмы функционирования УС могут быть описаны разными способами с различной степенью детализации: на естественном языке с необходимыми дополнениями графической и цифровой информацией, либо на некотором формализованном языке. Совокупность описаний алгоритмов функционирования УС образует **алгоритмическое обеспечение (АО)**. АО УС может быть полностью или частично реализовано аппаратными (схемными) или программными средствами. **Программой** называют алгоритм, представленный в форме, воспринимаемой реализующей его УС. **Программное обеспечение (ПО)** – это организованная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих программ и соответствующих им данных, предназначенная для целенаправленной работы УС.

6.6.2 Состав ПО ЦСК

В зависимости от целевой установки ПО подразделяется на три типа: инструментальное, системное и прикладное (рисунок 6.22) [4].

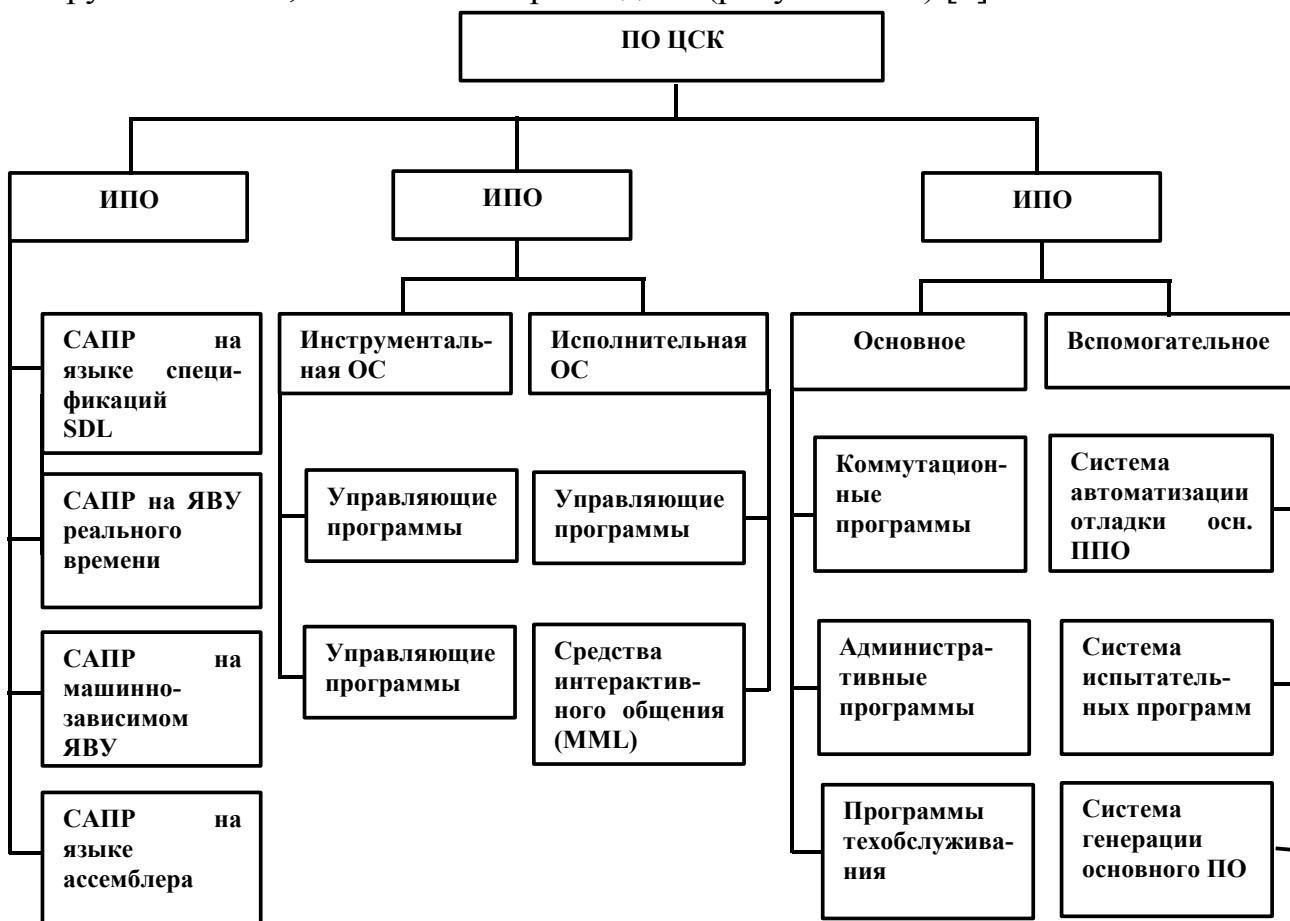


Рисунок 6.22 – Состав ПО ЦСК

Инструментальное ПО (ИПО) используется программистами как инструмент для написания и отладки программ. В составе ПО ЦСК инструментальное ПО предназначено для автоматизации проектирования программ на различных уровнях – от уровня алгоритмов до уровня машинных команд. Автоматизация обеспечивается специальными *системами автоматизации проектирования (САПР)*. Применяемые САПР соответствуют различным уровням проектирования:

1) На этапе разработки алгоритмов функционирования используются САПР на основе языка SDL (Specification and Description Language). Алгоритм, представленный в терминах языка SDL, автоматически преобразуется в программу на одном из языков программирования.

2) На этапах программирования используются САПР на языке CHILL, на машинно-зависимом языке высокого уровня, на языке ассемблера.

Язык CHILL (CHILL – High Level Language – язык высокого уровня) предназначен для поддержки систем реального времени, т.е. он является проблемно-ориентированным.

Если в ПО УС используется машинно-ориентированный язык высокого уровня, то САПР на машинно-зависимом языке дает возможность программисту учитывать архитектурные возможности конкретных УУ, входящих в состав УС.

САПР на языке ассемблера позволяет разрабатывать программы с нормированным временем выполнения.

Системное ПО (СПО) включает в себя инструментальную и исполнительную операционную систему (ОС). Различия инструментальной и исполнительной ОС обусловлены степенью участия человека в управлении работой УС (степенью *интерактивности*). В инструментальной ОС управление осуществляется, главным образом, посредством команд (директив) оператора. В исполнительной ОС вмешательство оператора минимально и является вспомогательным, например, при возникновении аварийных ситуаций и проведении профилактических работ. Для интерактивного общения используется язык диалога «человек-машина» (MML – Man Machine Language).

Прикладное ПО (ППО) делится на основное и вспомогательное. **Основное ПО** содержит программы и данные, предназначенные для обеспечения технологического процесса установления соединений (коммутационные программы), удовлетворения запросов абонентов и администрации сети связи (административные программы), поддержания работоспособности аппаратно-программных средств ЦСК (программы технического обслуживания).

Вспомогательное прикладное ПО (СВПО) используется на этапе разработки основного прикладного ПО и подготовки ЦСК к эксплуатации.

6.6.3 Этапы проектирования ПО ЦСК

Процесс проектирования (разработки) АО и ПО является многоэтапным, иерархическим, итеративным и в соответствии с рекомендациями ITU-T (МСЭ-Т) ведется *методом «сверху вниз»*. Это способ поэтапной абстракции с

возрастающей последовательной детализацией. Этапы проектирования АО и ПО иерархически упорядочены так, что результаты выполнения данного слоя (уровня) детализируют проектные решения предшествующего уровня и являются исходными данными для следующего, более низкого уровня. Этапы проектирования связаны не только в прямом (от более высокого уровня к более низкому), но и в обратном направлении. Обратные связи используются для уточнений и улучшений проектных решений, что позволяет найти окончательное решение методом последовательных приближений. Последовательность этапов проектирования ПО показана на рисунке 6.23.



Рисунок 6.23 – Последовательность этапов проектирования ПО

6.6.4 Основные принципы построения ПО ЦСК

К основным принципам построения ПО относятся:

1) **Модульность** – при модульном построении ПО разбивается на относительно небольшие по размеру (по количеству занимаемых ячеек памяти) физически и логически независимые “куски”, называемые *модулями*.

Различают:

- *программные модули* – обеспечивают обработку данных;
- *информационные модули* - содержат обрабатываемые данные.

2) **Иерархичность** – взаимоотношения между программными модулями устанавливаются иерархическими и приоритетными уровнями этих модулей.

Принцип иерархичности устанавливает такие отношения подчиненности по управлению, при которых программный модуль иерархического уровня i может вызываться только одним модулем уровня ($i-1$) и вызывать любой связанный с ним модуль уровня ($i+1$) (рисунок 6.24).

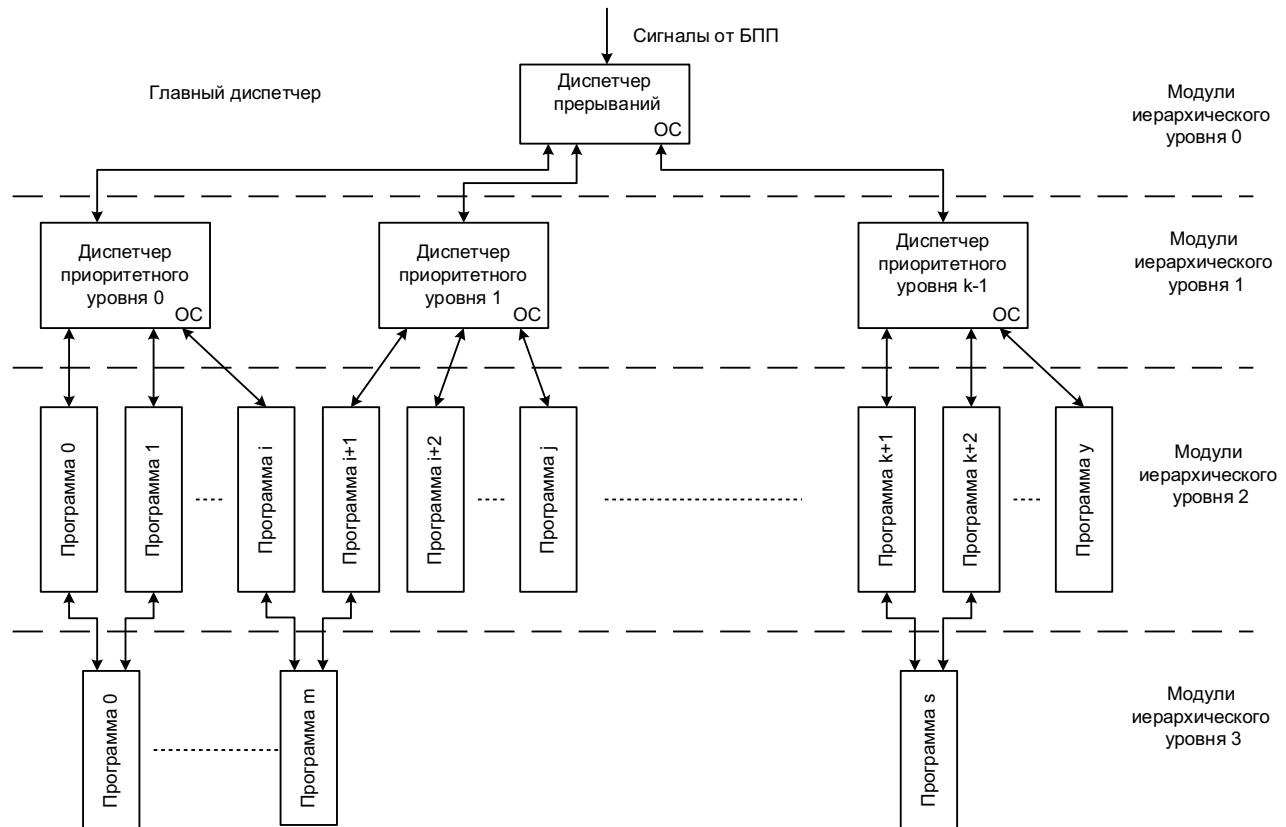


Рисунок 6.24 – Принцип иерархичности ПО

3) **Приоритетность** - устанавливает такие отношения очередности вызова программных модулей во времени, что при наличии в некоторый момент времени запроса на выполнение программ приоритетных уровней ($k-1$) и k в первую очередь будут вызваны модули уровня ($k-1$). Очередностью вызова программных модулей разных приоритетных уровней управляет **диспетчер прерываний** или **главный диспетчер** (рисунок 6.24). Он находится на нулевом иерархическом уровне и не относится ни к одному из приоритетных уровней.

Очередностью вызова программ, относящихся к одному приоритетному уровню, управляет **диспетчер приоритетного уровня**. Приоритетный уровень программ, относящихся к иерархическому уровню 2 (рисунок 6.24), определяется приоритетом вызывающего диспетчера.

Количество приоритетных уровней зависит от принципа организации системы прерываний УС.

6.6.5 Структура данных ПО

Входящие в состав ПО данные независимо от типа и структурной организации предназначены для отображения состояния объекта управления в памяти управляющей системы.

Данные в памяти представлены в виде последовательности битов, разделенных на адресуемые слова. *Структурой данных называют логическую организацию элементов данных.*

Например: *массив двумерный*. Представление в памяти – линейная последовательность ячеек памяти, содержащих целые числа. Логическая организация (структурата) – прямоугольная сетка целых чисел, лежащая на плоскости. Каждая структура данных имеет в ПО свой *описатель (дескриптор)*, в котором содержится индикатор типа данных и дополнительная информация, необходимая для декодирования цепочки битов, в виде которых данные представлены.

Типы данных подразделяются на *простые и составные*.

Простыми называются элементы данных, операции доступа и изменения для которых выполняются над всем элементом (например, целые числа, логические и символьные данные).

Основной структурой *составных* данных является **массив**.

Массивом называют структуру данных для представления упорядоченного множества элементов одного типа.

Массивы по структуре подразделяются на *однородные* и *неоднородные*. Однородные массивы имеют один описатель (дескриптор), неоднородные – разные описатели для разных элементов, представленных в массиве.

По размеру массивы подразделяются на массивы *фиксированной* и *переменной* длины. В последних размер динамически изменяется путем включения или исключения элементов (стеки, очереди, списки, деревья, графы).

Данные по времени жизни подразделяются на:

1) **Постоянные данные**, которые не изменяются в нормальном режиме работы ПО. Несанкционированный доступ к этому виду данных предотвращают специальные средства защиты памяти.

2) **Полупостоянные данные**, которые могут быть изменены по командам оператора. К ним относятся абонентские, станционные и внестанционные характеристики.

3) **Оперативные данные**, изменяются программами прикладного ПО и исполнительной операционной системы (данные о состоянии оборудования, вызовов, буферы заявок).

Формирование первоначальных значений постоянных и полупостоянных данных осуществляется с помощью программ *инициализации* (первоначального запуска) и восстановления.

6.7 Современные ЦСК

6.7.1 ЦСК Si-2000

Коммутационная система Si-2000 разработана фирмой IskraTEL (Словения). ЦСК Si-2000 обеспечивает все основные телефонные функции (местные, исходящие, входящие и транзитные соединения), а также большое количество дополнительных услуг (ДВО). На базе системы Si-2000 можно организовать надежную связь на всех уровнях от сельской станции до АМТС средней емкости, а также в учрежденческих и ведомственных сетях. В настоящее время на ТФОП в эксплуатации находятся несколько версий системы. Версии Si 2000 до четвертой включительно не поддерживают функции ОКС и не позволяют вводить услуги ЦСИО. **Пятая версия Si 2000 (Si 2000.V5)** – это цифровая система коммутации с функциями ОКС№7 и ЦСИО, обеспечивающая предоставление телекоммуникационных услуг для аналоговых абонентов и абонентов ЦСИО, а также реализацию функций управления и технического обслуживания. Система поддерживает протоколы абонентской сигнализации EDSS1 и все виды межстанционной сигнализации ТфОП и ведомственных сетей.

Основные технические характеристики системы:

- максимальная емкость - до 40000 абонентских линий;
- количество аналоговых или цифровых – до 7200;
- способность системы – до 5000 Эрл;
- производительность – 300000 вызовов в ЧНН;
- потребляемая мощность – 0,5-0,7 Вт на абонентскую линию;
- возможность включения абонентов цифровой сети с интеграцией обслуживания (ЦСИО);
- количество сигнальных каналов ОЕС№7 – до 120;
- электропитание: -48 В постоянного тока.

ЦСК Si-2000.V5 функционально разделена на узлы *доступа AN (Access Node)* и *узел коммутации SN (Switch Node)*. На рисунке 6.25 представлена базовая структура ЦСК Si-2000.V5 Узлы доступа и узел коммутации являются независимыми частями и могут поставляться как вместе, так и отдельно для работы с оборудованием других производителей (например, с ЦСК EWSД).

Узлы доступа - предназначены для обеспечения аналоговых и цифровых оконечных устройств к коммутационной системе. Подключение узла доступа к узлу коммутации производится посредством интерфейса V5.

Узлы доступа аппаратно реализованы модулями:

- *MLB и MLC (Line Module version B или C)*, которые предназначены для подключения абонентских устройств, УПАТС посредством базового или первичного доступа и соединительных линий. В один модуль может быть подключено 640 аналоговых абонентов или до 320 ISDN-абонентов, или также их различные комбинации. Особенностью MLB(C) является возможность его использования (параллельно с выполнением основных функций) в качестве конвертора (преобразователя) потоков сигнализации.
- *RMLB (Remote Line Module version B)* – удаленный модуль доступа.

- *AXM* – аналоговый абонентский концентратор, предназначенный для подключения 239 аналоговых АЛ.

- *RAXM* - удаленный абонентский концентратор.

Узел коммутации аппаратно представлен модулем *MCA* (*Module Central version A*) и предназначен для использования в качестве ступени группового искания. Аналоговые и ISDN-абоненты подключаются к узлу коммутации только через узлы доступа с использованием интерфейса V5.2, в состав которого могут входить до 12 потоков E1 (2048 кбит/с). Необходимое количество потоков выбирается, исходя из числа подключенных линий базового и первичного доступа и средней нагрузки на АЛ. Для подключения аналоговых концентраторов разработан упрощенный вариант интерфейса V5.2, который получил название *ASMI*. *ASMI* поддерживает только протокол управления соединениями аналоговых абонентов и состоит из одного потока E1.

Для включения в ТФОП узел коммутации имеет интерфейсы:

- сетевой интерфейс с ОКС№7;
- сетевые интерфейсы с процедурой автоматического определения номера (АОН), сигнализациями 1ВСК и 2ВСК, импульсный челнок и импульсный пакет.

Дополнительно узел коммутации имеет интерфейсы:

- интерфейс типа Internet для локального включения узла управления;
- интерфейс для подключения удаленных узлов управления;
- интерфейс для подключения пульта управления;
- интерфейс для подключения средств компьютерной телефонии.

Также в состав аппаратных средств ЦСК Si-2000 входит **узел управления MN** (*Management Node*), который базируется на ПК и может управлять одной или нескольким ЦСК.

Л

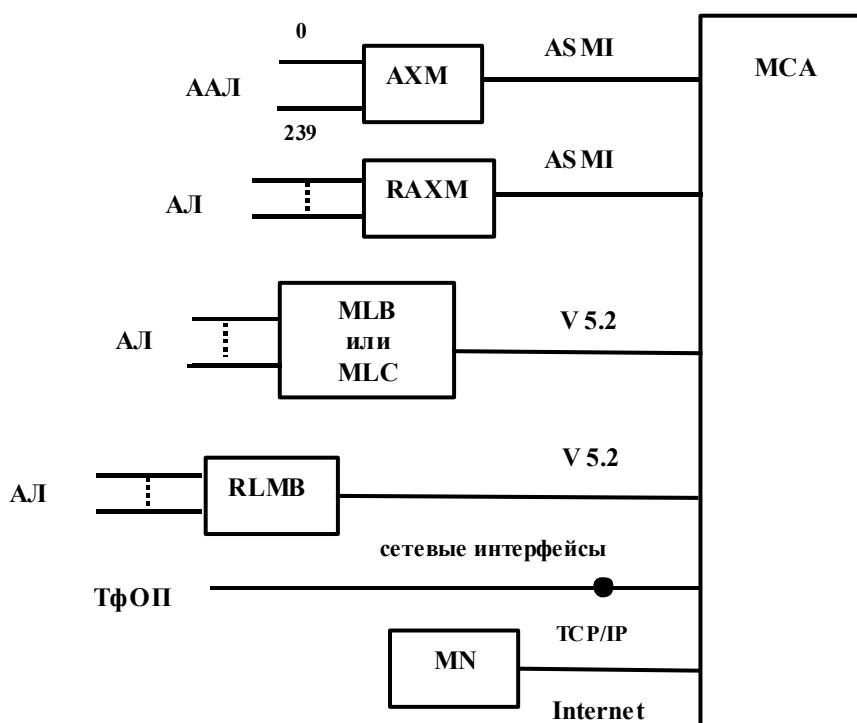
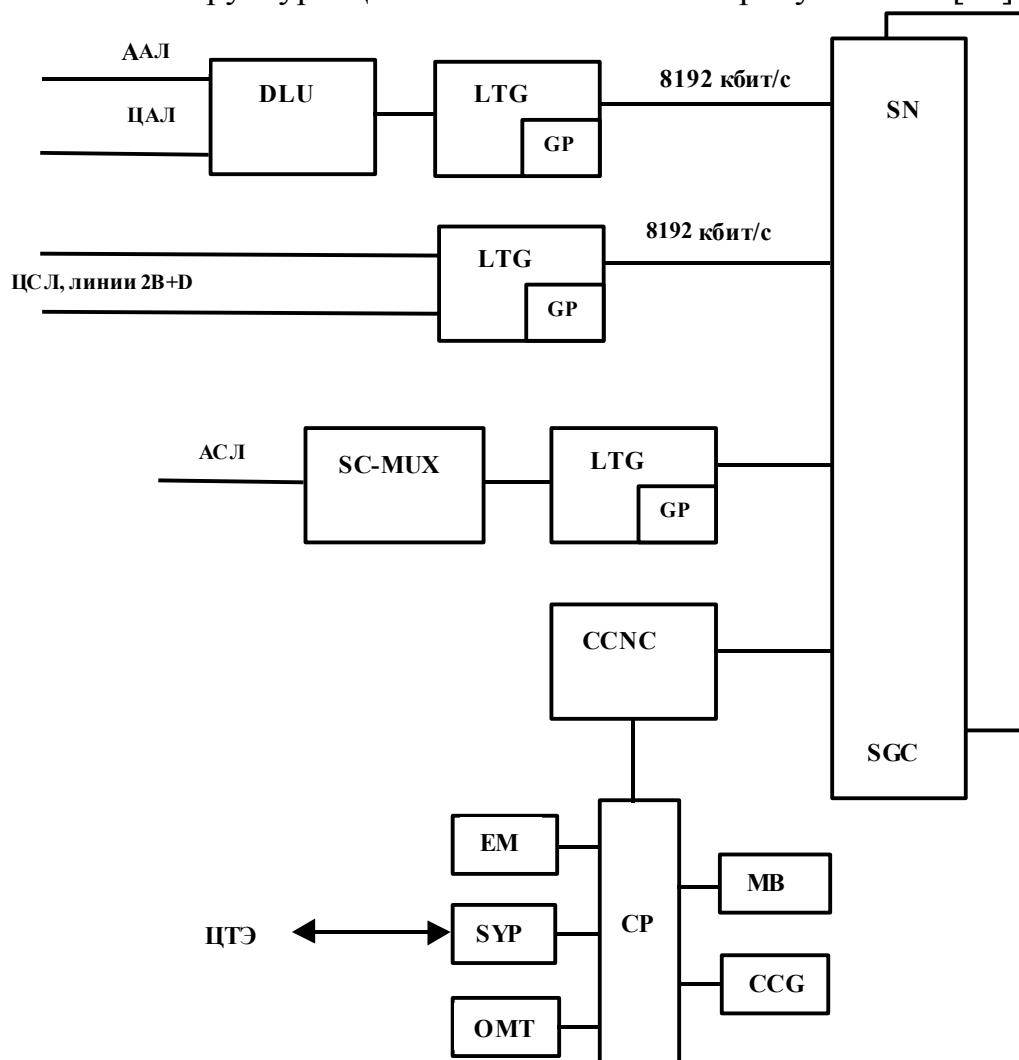


Рисунок 6.25 – Базовая структура ЦСК Si-2000.V5

6.7.2 ЦСК EWSD

Коммутационная система EWSD разработана фирмой Siemens (Германия). ЦСК EWSD может использоваться на всех уровнях иерархии телефонных сетей в качестве оконечной, транзитной, межгородной и международной. EWSD имеет модульную структуру программных и аппаратных средств, обеспечивает широкий спектр основных и дополнительных услуг для стационарных, мобильных и ISDN-абонентов, позволяет подключать различные типы учрежденческих АТС. EWSD может выполнять функции узла коммутации услуг интеллектуальной сети (SSP – Service Switching Point). EWSD поддерживает системы сигнализации по выделенным сигнальным каналам и по ОКС№7. Межстанционная связь осуществляется по стандартным ИКМ-трактам.

Базовая структура ЦСК EWSD показана на рисунке 6.26 [32].



ААЛ – аналоговые абонентские линии

ЦАЛ – цифровые абонентские линии

АСЛ – аналоговые соединительные линии

ЦСЛ – цифровые соединительные линии

ЦТЭ – центр технической эксплуатации

Рисунок 6.26 – Базовая структура ЦСК EWSD

ЦСК EWSD содержит 4 типа аппаратных средств:

1) Оборудование доступа:

- *DLU (Digital Line Unit)* – цифровой абонентский блок, который может использоваться в качестве абонентского оборудования в самой станции, а также в качестве удаленного концентратора. В блок может включаться: 952 ААЛ или 475 ЦАЛ на входах; 2 или 4 ИКМ-тракта на выходе. Блок выполняет следующие основные функции: BORSCHT (абонентский комплект), сканирование АЛ, выдача информации об изменении состояния АЛ в групповой процессор (GP в блоке LTG), преобразование импульсов набора номера в цифровую форму. Для надежности каждый блок подключается к двум линейным группам LTG.

- *LTG (Line Trunk Group)* – интерфейс к коммутационному полю SN. Выполняет функции мультиплексирования. Скорость передачи информации на участке LTG – SN 8192 кбит/с (128 каналов со скоростью 64 кбит/с). Каждая линейная группа подключается к обеим плоскостям дублированного коммутационного поля. К LTG могут подключаться: аналоговые АЛ и цифровые с доступом 2B+D; непосредственно цифровые СЛ и линии доступа 30B+D; через мультиплексоры (SC-MUX – Signaling Converter Multiplexer) аналоговые СЛ.

2) Групповое оборудование:

- *SN (Switching Network)* – цифровое коммутационное поле. Имеет модульную структуру и может строится по двум вариантам в зависимости от емкости: Т - S - Т (время – пространство – время) или Т – S – S – Т (время - пространство-пространство – пространство – время). Коммутационное поле осуществляет коммутацию между разными LTG, а также между LTG и координационным процессором CP (для обмена данными). Поле имеет две плоскости, каждое соединение устанавливается одновременно через обе плоскости, но информация используется только с одной. Установлением соединения управляет процессор SGC (Switch Group Control), который получает команды от координационного процессора CP.

3) Центральное управляющее устройство:

- *CP (Coordination Processor)* координационный процессор, который выполняет следующие функции:

- управление базой данных;
- управление всеми программами, станционными и абонентскими данными;
- обработка полученной информации для маршрутизации, выбора пути, учета стоимости вызовов;
- связь с центрами технической эксплуатации ЦТЭ;
- управление интерфейсом «человек-машина»;
- тестирование всех подсистем, обработка аварийной сигнализации.

Помимо координационного процессора в состав центрального управляющего устройства входят:

- *MB (Message Buffer)* – буфер сообщений, который используется для координации внутреннего обмена сообщениями между координационным

процессором, коммутационным полем, линейными группами и управлением сетью сигнализации по общему каналу;

- *CCG (Central Clock Generation)* – центральный генератор тактовых и синхроимпульсов, который используется для синхронизации генераторов тактовых импульсов отдельных устройств системы и , при необходимости, сети;

- *SYP (System Panel)* – системная панель, предназначенная для вывода внутрисистемных аварийных сигналов и непрерывного обзора состояния системы;

- *EM (External Memory)* – внешнее запоминающее устройство, используемое для хранения программ и данных, непостоянно присутствующих в координационном процессоре, а также для хранения данных по учету стоимости вызовов и измерению нагрузки;

- *OMT (Operation and Maintenance Terminal)* – терминал для эксплуатации и технического обслуживания.

4) Оборудование сети общеканальной сигнализации ОКС№7:

- *CCNC (Common Channel Network Control)* – управляющее устройство сети ОКС№7. CCNC подключается к SN с помощью ИКМ-трактов со скоростью передачи 8 Мбит/с. По каналам ОКС передаются данные сигнализации через обе плоскости SN к линейным группам со скоростью 64 кбит/с. Аналоговые сигнальные тракты подключаются с помощью модемов.

Дальнейшее развитие ЦСК EWSD происходит в двух направлениях: наращивание пропускной способности для предоставления традиционных видов услуг и адаптация к обслуживанию трафика данных. В настоящее время на базе существующей структуры EWSD разработаны новые платформы:

- EWSD для узкополосной ISDN (EWSD.V15);
- EWSD Internet Node, позволяющая создавать Internet-узел;
- EWSD Broadband Node для интеграции технологии ATM и технологии узкополосной ISDN.

Обобщенные технические данные действующих систем EWSD.V10 и EWSD.V15 приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Технические данные ЦСК EWSD

Параметр	Значения параметров	
	EWSD.V10	EWSD.V15
1 Количество абонентских линий	до 250000	до 600000
2 Количество соединительных линий	до 60000	до 240000
3 Пропускная способность	до 25200 Эрл	до 100000 Эрл
4 Число попыток установления соединений в ЧНН	до 1000000	до 4000000
5 Управляющее устройство сетью ОКС№7	до 254 сигнальных каналов	до 1500 сигнальных каналов
6 Координационный процессор: - емкость ЗУ - емкость адресации	до 64 Мбайт до 4 Гбайт	до 64 Мбайт до 4 Гбайт

Продолжение таблицы 6.3

7 Рабочее напряжение	- 48В или – 60В	- 48В или – 60В
8 Потребляемая мощность	1,5 Вт/линию	менее 1 Вт/линию
9 Стабильность тактовых генераторов:		
- плезиохронно	10^{-9}	10^{-9}
- принудительная синхронизация	10^{-11}	10^{-11}

6.7.3 ЦСК АХЕ-10

Коммутационная система АХЕ-10 разработана фирмой Ericsson (Швеция). ЦСК АХЕ-10 может использоваться как международная, междугородная, городская (оконечная и транзитная), а также как центральная станция сотовой сети. Предусмотрена стыковка со всеми существующими системами и типами АТС, используются все стандарты систем сигнализации по соединительным и абонентским линиям.

Основные технические характеристики системы [6]:

- система управления иерархическая;
- количество абонентских линий – до 200000;
- количество соединительных линий – до 60000;
- пропускная способность 30000 Эрл;
- количество вызовов в ЧНН – до 200000;
- емкость выносных концентраторов – до 2048 АЛ и до 480 СЛ;
- электропитание от –48В до –51В постоянного тока.

АХЕ-10 состоит из двух основных частей (рисунок 6.27): управляющей системы (APZ) и коммутационного оборудования(АРТ).

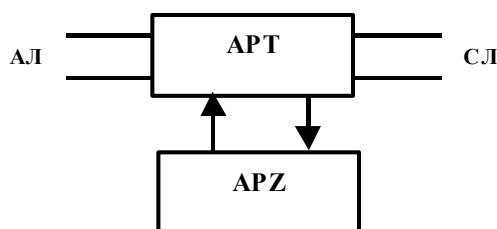


Рисунок 6.27 – Структура АХЕ-10

Системы APZ и АРТ структурно состоят из подсистем. Каждая подсистема делится на несколько частей, называемых функциональными блоками, которые, в свою очередь, могут состоять из функциональных модулей. Состав подсистем АХЕ-10 показан на рисунке 6.28.

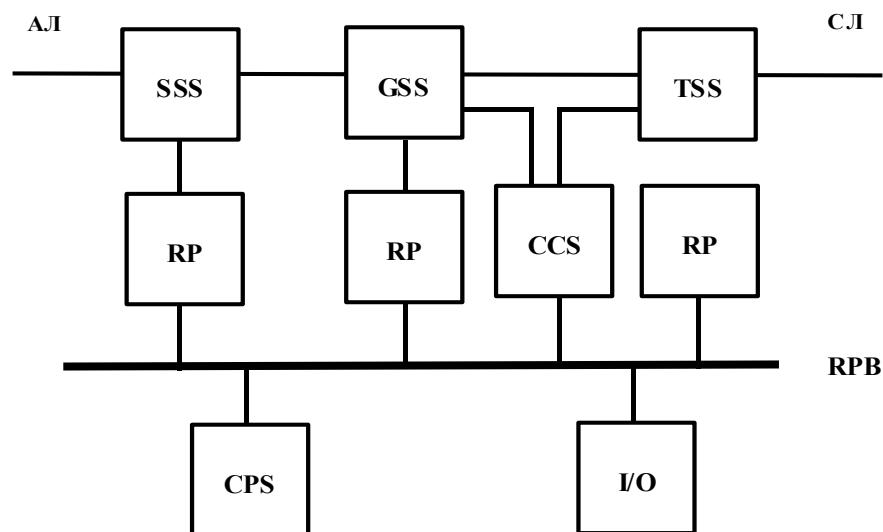


Рисунок 6.28 – Состав подсистем AXE-10

Подсистема SSS (subscriber switching subsystem) - подсистема абонентского поиска (АИ) управляет нагрузкой от абонентов, подключенных к станции. Предназначена для выполнения индивидуальных функций BORSCHT, а также групповых функций, к которым относятся:

- концентрация нагрузки в сторону ГСС;
- прием адресной информации от номеронабирателя декадным кодом и многочастотным кодом.

Подсистема АИ комплектуется из абонентских модулей LSM, в каждый из которых можно включить:

- 128 аналоговых абонентских линий;
- 64 линии базового доступа 2B+D;
- 4 линии первичного доступа 30B+D.

16 LSM объединяются в блок SSS с максимальной емкостью 2048 абонентов. Подсистема SSS может быть местной (SSS) и (RSS) удаленной.

Подсистема GSS (group switching subsystem) – подсистема группового поиска (ГИ). Устанавливает, контролирует и разъединяет соединения через ступень ГИ. Выбор пути через эту ступень определяется программными средствами.

Существует 4 варианта построения GSS:

- 1) емкость 512 трактов;
- 2) емкость 1024 тракта;
- 3) емкость 1536 трактов;
- 4) емкость 2048.

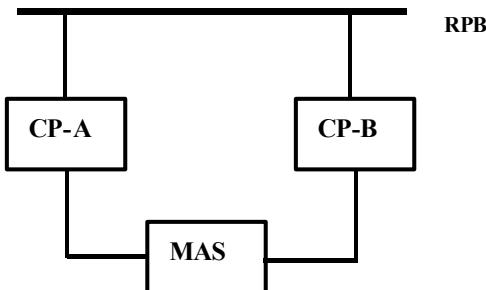
Для надежности ступень GSS имеет 2 плоскости (плоскость А и плоскость В). Информация передается через обе плоскости, но используется только с плоскости А. Если какой-то прибор из плоскости выйдет из строя, он будет заблокирован. Обслуживание нагрузки на себя возьмет соответствующий прибор другой плоскости.

Подсистема TSS (trunk and signaling subsystem) – подсистема соединительных линий и сигнализации. Управляет сигнализацией и контролем связей с другими станциями. Функции TSS:

- 1) адаптация системы к различным системам сигнализации:
 - выделенный сигнальный канал;
 - общий канал сигнализации;
- 2) контроль и тестирование соединительных линий;
- 5) передача сигналов между внешними и внутренними программными обеспечением.

Подсистема CCS (common channel signaling subsystem) – подсистема сигнализации ОКС№7. Выполняет функции сигнализации, маршрутизации и контроля передачи и приема сигнальных сообщений.

Подсистема CPS (central processor subsystem) – подсистема центрального процессора. В состав подсистемы входят два одинаковых процессора СР-А и СР-В, каждый из которых имеет собственное ЗУ (рисунок 6.29). Процессоры работают в синхронном режиме. Обнаружение неисправностей, контроль аппаратных средств, испытание неисправных блоков осуществляют *подсистема MAS (maintenance subsystem)*.



RPB – шина регионального процессора

Рисунок 6.29 – Структура подсистемы центрального процессора

Подсистема RPS (regional processor subsystem) – подсистема региональных процессоров. Региональные процессоры помогают (центральный процессор) при выполнении часто проводимых задач и передают в центральный процессор информацию о важных событиях, которые происходят в системе. Взаимодействие между центральными и региональными процессорами осуществляется через шину регионального процессора RPB. Региональный процессор принимает команды, проверяет на четность, но выполняет команду ведущей стороны (ведущего процессора). Для надежности все региональные процессоры удвоены и работают по принципу разделения нагрузки.

Подсистема I/O – подсистема ввода/вывода выполняет следующие функции:

- подключение абонентов;
- изменение категорий абонентов;
- вывод данных о тарификации;

- измерения;
- сохранение резервного ПО;
- распечатка сообщений об авариях и неисправностях;
- связь с центрами и технической эксплуатации ЦТЭ.

6.7.4 ЦСК S-12 (Система 12)

Коммутационная система S-12 разработана фирмой Alcatel (Германия). ЦСК S-12 может использоваться на всех уровнях иерархии телефонных сетей в качестве оконечной, транзитной, междугородной и международной. Система обеспечивает широкий спектр основных и дополнительных услуг для стационарных, мобильных и ISDN-абонентов, позволяет подключать различные типы учрежденческих АТС. S-12 может выполнять функции узла коммутации услуг интеллектуальной сети (SSP – Service Switching Point). S-12 поддерживает системы сигнализации по выделенным сигнальным каналам и по ОКС№7. Межстанционная связь осуществляется по стандартным ИКМ-трактам. Оборудование S-12 позволяет организовывать на сети: центр технической эксплуатации ЦТЭ и центр тарификации (биллинг-центр).

Основные технические характеристики:

- количество абонентских линий – более 200000;
- количество соединительных линий – более 85000;
- выносной концентратор доступа до 1024 линий;
- пропускная способность – 35000 Эрл;
- количество вызовов в ЧНН – 2000000;
- электропитание - -48В и –60В постоянного тока.

Можно выделить следующие основные виды конфигурации системы:

1) Местные станции, включают в себя:

Средние/Большие станции:	от 512 до 200 тыс. линий
Малые:	от 256 до 6 тыс. линий

2) Удаленные концентраторы, включают в себя:

Выносной абонентский блок	до 488 линий
Выносной коммутатор доступа	до 1024 линий.

3) Станции с радиодоступом: от 250 до 320 абонентов

4) Оборудование сотовой сети подвижной связи.

5) Междугородние/международные станции: до 60 тыс. соединительных линий (трактов).

S-12 является многомодульной, программно управляемой системой с распределенным управлением. Аппаратные средства размещены в модулях различных типов (рисунок 6.30).

Каждый модуль выполняет определенные функции под управлением собственного процессора. Процессор управляет модулем по предварительно записанной программе. Модули взаимосвязаны посредством межмодульных трактов, которые централизованы в групповом переключателе (коммутационном поле).

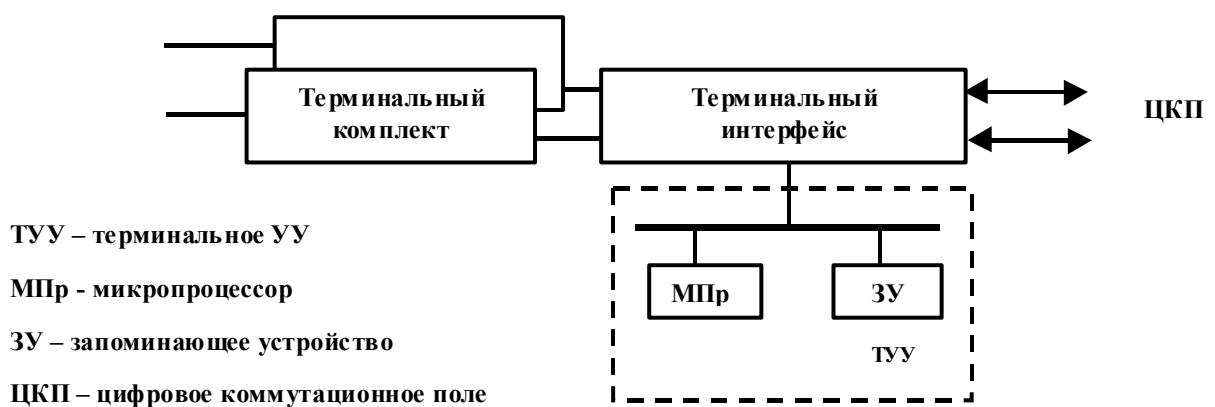


Рисунок 6.30 – Структура терминального модуля

Все типы конфигураций S-12 используют базовую структуру. На рисунке 6.31 показана базовая структурная схема ЦСК S-12.

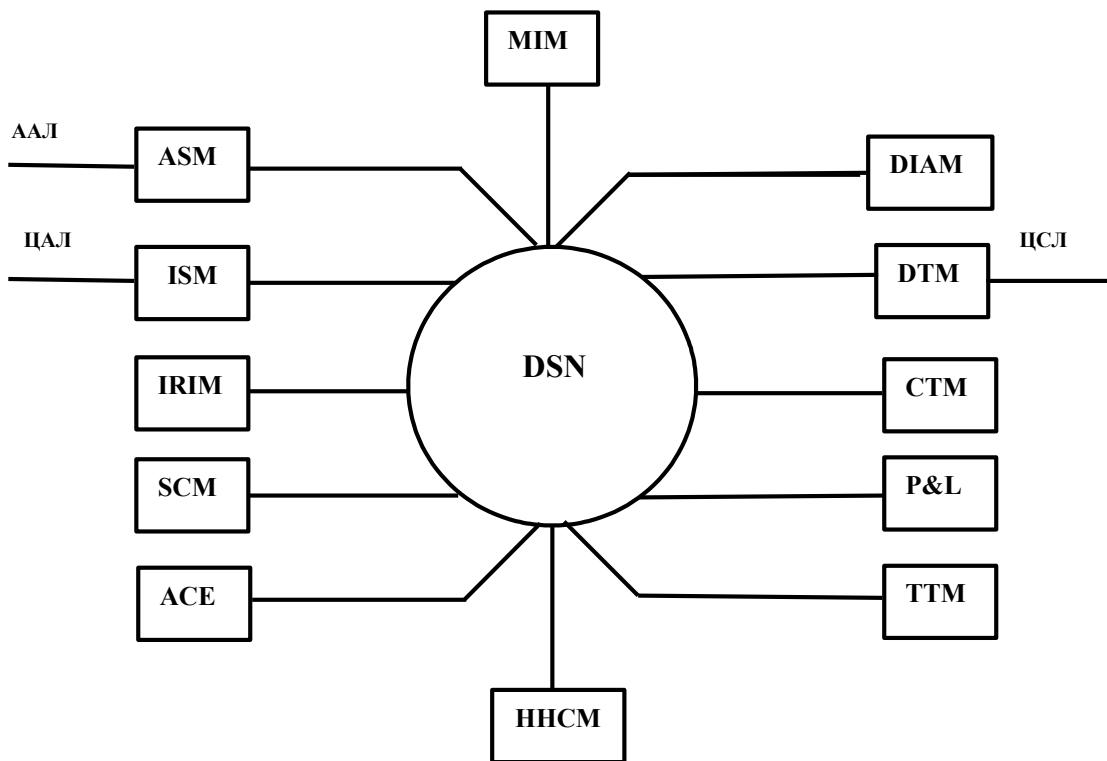


Рисунок 6.31 – Структурная схема ЦСК S-12

Терминальные модули S-12 разделены на четыре группы:

1) Модули доступа:

- *ASM* – аналоговый абонентский модуль, обеспечивает подключение аналоговых абонентских линий. Каждый модуль состоит из 8 печатных плат, на каждой из которых расположено 16 абонентских комплектов, следовательно, модуль обеспечивает подключение 128 абонентских линий. Модуль выполняет функции BORSCHT (абонентский комплект).
 - Сканирование АЛ, концентрацию нагрузки.

- *IRIM* – модуль интерфейса для вынесенного абонентского блока, который поддерживает два интерфейса 2 Мбит/с (потоки E1) к одному выносному блоку ISDN (IRSU).

- *ISM* – модуль ISDN-абонентов, который предназначен для обслуживания максимум 64 базовых доступа 2B+D. Абонент может подключить до 8 терминалов, таких как телефон, факс ПК и т. д.

- *DTM* – модуль цифровых трактов, который обслуживает один тракт ИКМ, а также может обрабатывать выделенный канал сигнализации ВСК.

- *MIM* – модуль взаимодействия подвижной связи, реализует согласование скоростей и преобразование протокола для вызовов данных к и от подвижных абонентов в центре коммутации подвижной связи.

2) Групповое оборудование:

- *DSN* – цифровое коммутационное поле, состоит из нескольких ступеней искания (звеньев) и плоскостей. Максимальный вариант комплектации предусматривает наличие четырех пространственно-временных звеньев и четырех плоскостей. Выбор комплектации поля зависит от емкости станции и величины нагрузки; нагрузка влияет на число плоскостей, а емкость на число звеньев. Коммутационное поле выполняет команды процессоров для установления соединения между абонентскими и соединительными линиями, для передачи речи и данных, и для передачи сообщений между процессорами.

3) Служебные модули:

- *SCM* - модуль служебных комплектов, обрабатывает сигналы многочастотной сигнализации и набора номера от телефонных аппаратов с многочастотной тастатурой.

- *HNCM* – модуль ОКС№7, может обслуживать максимум 8 трактов ОКС.

- *CTM* – модуль тактовых и тональных сигналов, управляет подсистемой синхронизации станции, генерирование тональных сигналов для абонентов и службы времени. Генерируемая частота синхронизации 8192 МГц. Для надежности используются два модуля.

- *TTM* – модуль тестирования трактов, используется для тестирования качества сигнализации, коммутации и передачи в исходящих направлениях.

- *DIAM* – модуль динамического интегрированного автоответчика, поддерживает следующие категории речевых сообщений: двухязычные сообщения, говорящие часы на фоне музыки и без музыки, сообщения дополнительных услуг (срочный вызов, побудка), длинные сообщения (погода, новости), заказные сообщения.

4) Модули управления:

- *TCE* – терминальный элемент управления, осуществляет управление терминальным модулем, содержит логику управления и память (см. рисунок 5.30).

- *ACE* – дополнительный элемент управления, обеспечивает дополнительную вычислительную мощность для выполнения ряда функций: анализ префикса, централизованное хранение данных, выбор тракта и т. д.

- *P&L* – модуль периферийных устройств и загрузки, содержит копию системного ПО и системных данных. Для создания копии может

использоваться накопитель на магнитной ленте или оптический диск. Для организации связи «человек-машина» используется ПК и принтер. Максимально возможно 10 подключений.

Вопросы для самоконтроля

- 1 По каким признакам можно классифицировать системы коммутации?
- 2 Какова функциональная архитектура современной ЦСК?
- 3 Что такое интерфейс?
- 4 На какие типы подразделяются интерфейсы ЦСК?
- 5 Какие виды оборудования входят в состав ЦСК?
- 6 Какое оборудование используется для доступа к ЦСК?
- 7 Дать характеристику функций BORSCHT
- 8 На какие типы подразделяются системы управления ЦСК по способу управления установлением соединения?
- В чем заключаются достоинства и недостатки различных типов систем управления?
- 9 На какие типы подразделяются системы управления ЦСК по способу взаимодействия УУ?
- 10 На какие основные фазы делится цикл работы УУ? Какие действия выполняются на каждой фазе работы?
- 11 В чем сущность пространственной коммутации?
- 12 В чем сущность временной коммутации?
- 13 Каковы особенности ЦКП?
- 14 По каким признакам классифицируются ЦКП?
- 15 Что такое алгоритмическое и программное обеспечение?
- 16 На какие виды делится ПО ЦСК?
- 17 Каковы основные принципы построения ПО ЦСК?
- 18 Какова последовательность этапов проектирования ПО ЦСК? Какие виды работ осуществляются на каждом этапе?
- 19 Что такое постоянные данные?
- 20 Что такое оперативные данные?
- 21 Какими возможностями обладают современные ЦСК?
- 22 Каким модулем аппаратно реализованы узлы коммутации в ЦСК Si 2000.V5?
- 23 Какими модулями аппаратно реализованы узлы доступа в ЦСК Si 2000.V5?
- 24 Какие типы аппаратных средств входят в состав оборудования ЦСК EWSD?
- 25 Какие функции выполняет координационный процессор ЦСК EWSD?
- 26 На какие основные части разделено оборудование АХЕ-10?
- 27 Из каких подсистем состоит оборудование ЦСК АХЕ-10?
- 28 На какие группы разделены терминалные модули оборудования ЦСК S-12?
- 29 Пояснить структуру терминального модуля ЦСК S-12.

7 СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

7.1 Классификация протоколов сигнализации

Сигнализация – совокупность аппаратно-программных средств, обеспечивающих обмен сообщениями, связанными с управлением сетью в течение сеанса связи.

Приём, передача, обработка линейных и управляющих сигналов при взаимодействии коммутационных станций друг с другом является основным содержанием процесса установления соединения, выполняемого управляющими устройствами коммутационных систем.

Протокол сигнализации – набор правил, в соответствии с которым осуществляется обмен сигналами управления сетью.

Обслуживание вызова включает в себя три области применения сигнализации (рисунок 7.1):

1) *абонентская* – на участке между оконечным устройством и коммутационной системой;

2) *внутристанционная* – между различными блоками внутри коммутационной системы;

3) *межстанционная* – между различными коммутационными системами в сети.

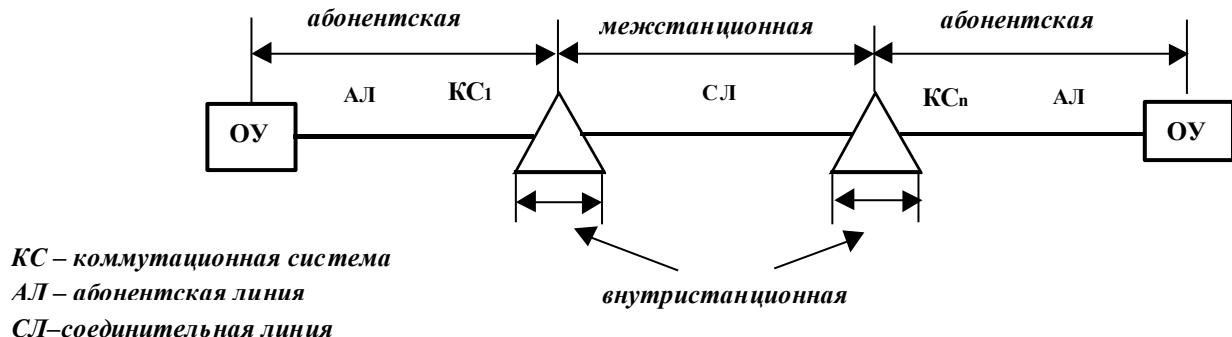


Рисунок 7.1 – Виды сигнализации в телефонных сетях

Сигналы, передаваемые по телефонным каналам по своему функциональному назначению подразделяются на три группы:

1) *линейные* – сигналы, которые определяют этапы установления соединения (занятие, ответ, отбой);

2) *управляющие (регистровые или сигналы маршрутизации)* – сигналы, передающие адресную информацию для маршрутизации вызовов к месту назначения (информация о номере вызываемого абонента, информация о категории и номере вызывающего абонента и др.);

3) *информационные акустические* – сигналы, извещающие абонента о том, на каком этапе находится процесс установления соединения (ответ станции, посылка вызова, контроль посылки вызова, занято и др.).

Любое сообщение характеризуется:

1) *способом передачи или физическим носителем* (видом электрических сигналов, в которых сообщение отображено);

2) *семантикой* – смысловым содержанием, которое представлено кодом.

В существующих системах сигнализации можно проследить использование кодов:

- **декадный (ДК)**, в котором значение сигнала определяется по количеству импульсов в десятичной системе счисления;
- **полярно-числовой (ПЧК)**, в котором значение сигнала определяется по количеству и полярности элементарных посылок (импульсов постоянного тока);
- **многочастотный код (МЧК)**, в котором значение сигнала определяется по составу частот (например, код «2 из 6», код DTMF («2 из 8»)).

В таблицах 7.1 и 7.2 показаны типы и область применения линейной и регистровой сигнализации.

Таблица 7.1 – Типы линейной сигнализации

Тип сигнализации	Применение
2ВСК для раздельных пучков	ГТС
2ВСК для универсальных двухсторонних СЛ	СТС
1ВСК индуктивный код	СТС
Одночастотная сигнализация	Внутризоновые и ведомственные сети
Двухчастотная сигнализация	Междугородная сеть

Таблица 7.2 – Типы регистровой сигнализации

Тип сигнализации	Применение
Многочастотная «импульсный челнок»	Везде
Многочастотная «безынтервальный пакет»	Между АТС и АМТС (пакет АОН)
Многочастотная «импульсный пакет»	Между ЦСК и АМТСЭ
Декадный код	Везде
Полярно-числовой код	Между АТСК 100/2000

7.2 Абонентская сигнализация

7.2.1 Взаимодействие оконечного устройства системой с коммутацией

Абонентская сигнализация применяется на участке между оконечным устройством и коммутационной системой. На данном участке могут передаваться следующие сигналы:

1) линейные:

- *вызов станции (занятие)*, который соответствует переходу абонентского шлейфа из разомкнутого состояния в замкнутое состояние при снятии телефонной трубки абонентом;
- *ответ абонента*, который соответствует переходу абонентского шлейфа из разомкнутого состояния в замкнутое состояние при снятии трубки вызываемым абонентом;

- *отбой* – соответствует переходу абонентского шлейфа в разомкнутое состояние при возвращении трубки на рычаг телефонаного аппарата;
- 2) управляющие – адресные сигналы;
- 3) информационные акустические:
 - *ответ станции (ОС)* – информирует абонента о возможности набора номера (непрерывный тональный сигнал частотой (425 ± 25) Гц);
 - *посылка вызова (ПВ)* – информирует вызываемого абонента о входящем вызове (посылка вызывного тока в виде периодической передачи сигнала частотой (25 ± 2) Гц, периодом 5 секунд и напряжением (95 ± 5) В);
 - *контроль посылки вызова (КПВ)* – информирует вызывающего абонента о том, что линия вызываемого абонента свободна (тональный сигнал частотой (425 ± 25) Гц, периодом 5 секунд);
 - *занято* – информирует абонента о том, что попытка установления соединения по различным причинам окончилась неудачей или абонент на противоположной стороне повесил трубку (прерывистый тональный сигнал частотой 425 Гц, периодом 0,3 секунды);
 - *информационные сигналы*, которые передаются абонентам при предоставлении дополнительных видов обслуживания (ДВО) (например, сигнал уведомления о входящем вызове).

На рисунке 7.2 представлена диаграмма последовательности обмена сигналами в процессе обслуживания внутристанционного вызова.

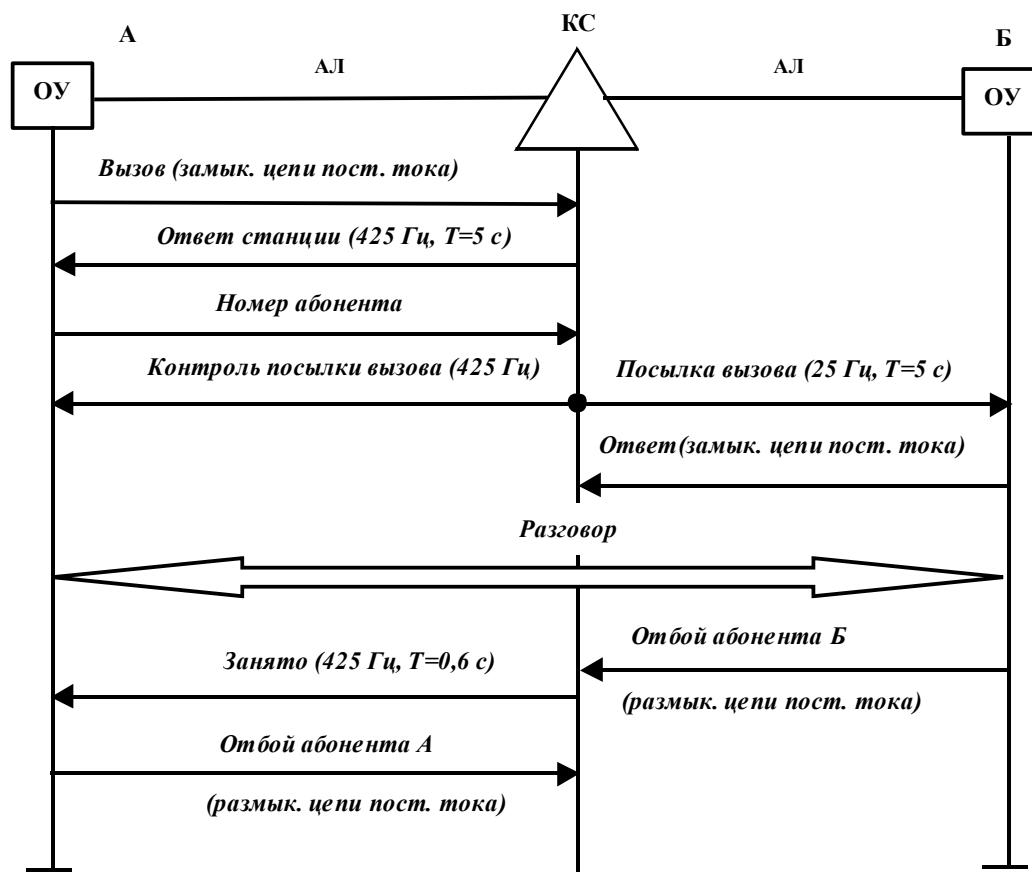


Рисунок 7.2 – Диаграмма обмена сигналами в процессе обслуживания внутристанционного вызова

7.2.2 Передача номера абонента по абонентской линии

В настоящее время на телефонной сети используются два способа набора номера вызываемого абонента: *импульсный набор* (декадным кодом) и *тональный набор* (многочастотным кодом).

При *импульсном наборе* импульсы посылаются путем поочередного размыкания и замыкания абонентского шлейфа (цепи постоянного тока) со скоростью 10 импульсов в секунду. Длительность размыкания (безтоковой посылки) равна 60 мс, а длительность замыкания (токовой посылки) равна 40 мс. Для того, чтобы определить конец одной цифры и начало следующей, межсерийный интервал должен быть не менее 200 мс. Число размыканий или замыканий до межсерийного интервала соответствует цифре номера. На рисунке 7.3 представлена временная диаграмма передачи цифр 2 и 4 импульсным набором номера.

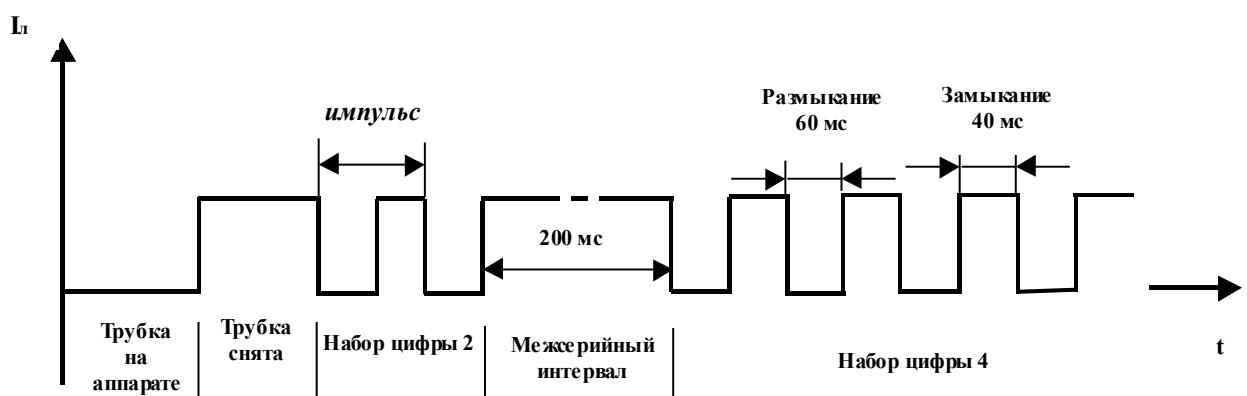


Рисунок 7.3 – Временная диаграмма передачи цифр 2 и 4 импульсным набором

Для передачи адресной информации *тональным набором* используют многочастотный код «2 из 8». Сигнальные частоты выбираются из двух отдельных групп частот звукового диапазона (рисунок 7.4):

- нижняя группа - 697, 770, 852, и 941 Гц;
- верхняя группа- 1209, 1336, 1477 и 1633 Гц.

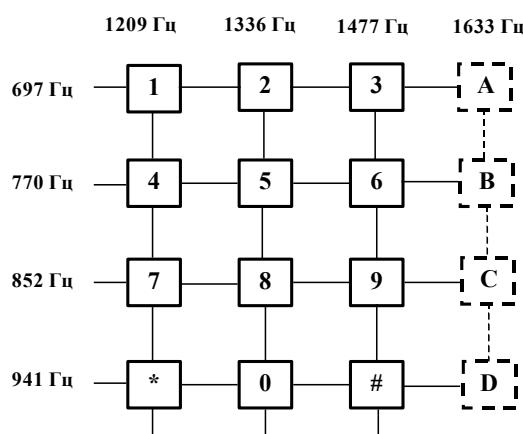


Рисунок 7.4 – Клавиатура телефонного аппарата

Каждый сигнал содержит две сигнальные частоты. Одна из частот выбирается из нижней группы, вторая частота – из верхней. Частота 1633 Гц (кнопки А, В, С, Д) используется для реализации дополнительного набора функций (например, в мини-АТС).

7.3 Системы межстанционной сигнализации

7.3.1 Классы систем межстанционной сигнализации

Различают три класса систем межстанционной сигнализации:

1) **Внутриканальная (внутриполосная) сигнализация** - передача сигнальной информации непосредственно по разговорному каналу (рисунок 7.5).

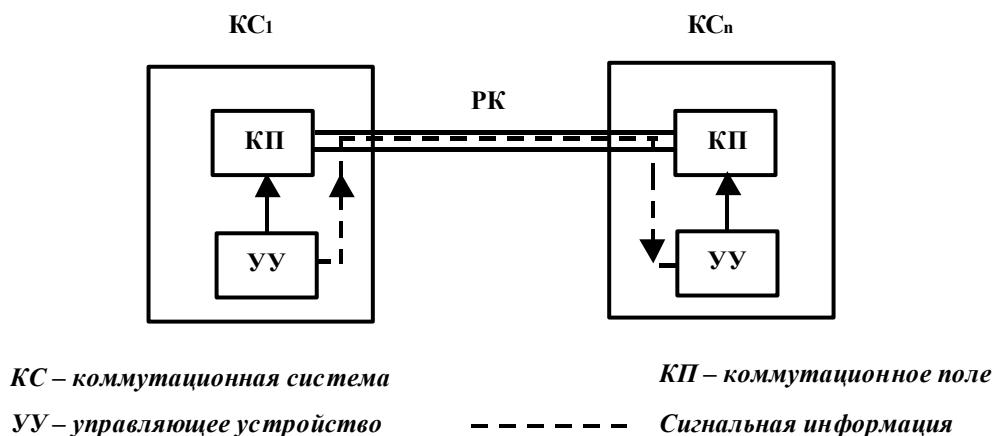


Рисунок 7.5 – Внутриканальная сигнализация

2) **Сигнализация по выделенным сигнальным каналам (ВСК)** – передача сигнальной информации по выделенному сигнальному каналу (рисунок 7.6).

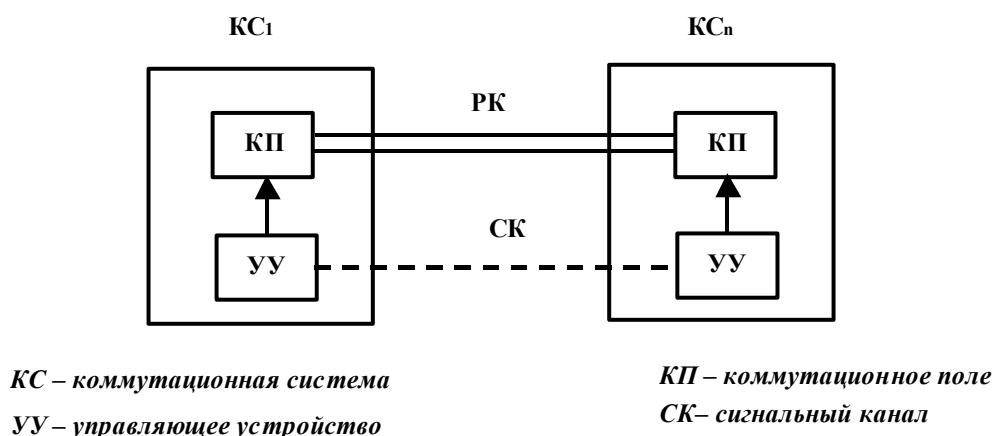


Рисунок 7.6 – Сигнализация по выделенному сигнальному каналу

Сигнальные каналы могут быть отделены от разговорных:

- *в пространстве* (пространственное разделение);
- *во времени* (временное разделение);
- *по частоте* (частотное разделение).

3) *Системы общеаналной сигнализации* – передача сигнальной информации по каналу сигнализации, закрепленному за группой разговорных каналов (рисунок 7.7).

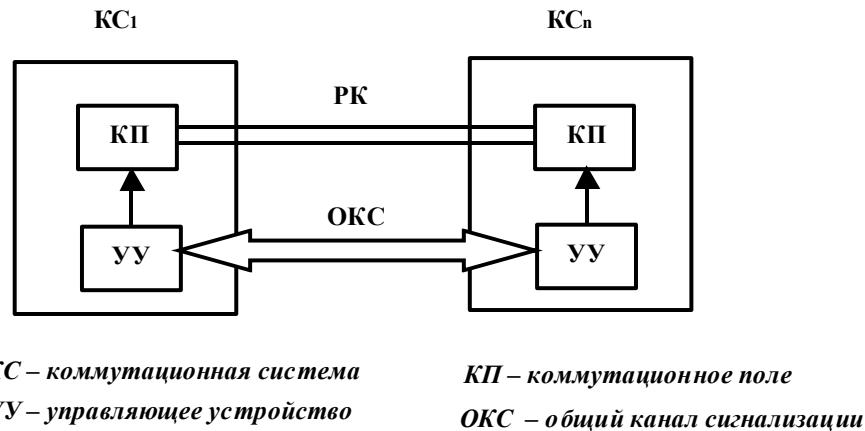
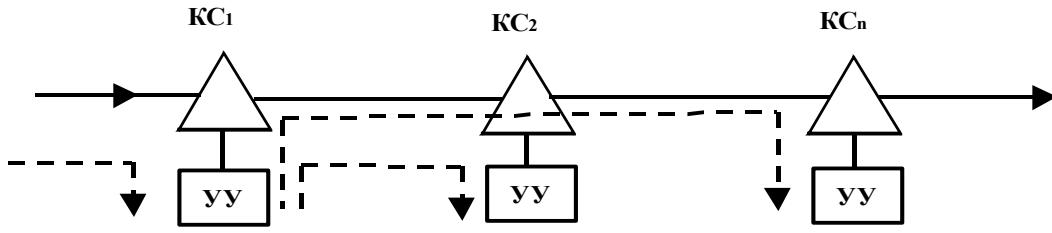


Рисунок 7.7 – Сигнализация по общему каналу

За группой разговорных каналов закрепляется высокоскоростной канал передачи, по которому сигнальные сообщения передаются в порядке очереди.

Существует два *метода реализации систем сигнализации*:

1) «*Из конца в конец*», при котором сигнальная информация, необходимая для установления соединения, передается во все коммутационные системы с исходящего конца (рисунок 7.8).

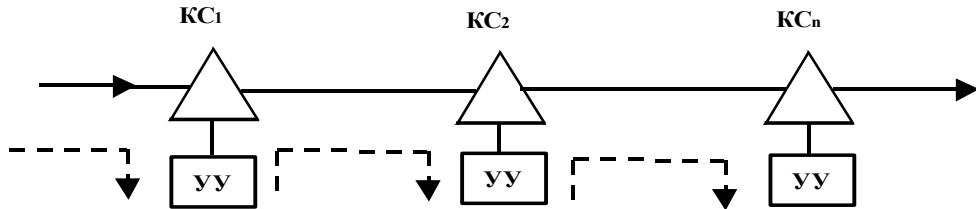


КС – коммутационная система

Рисунок 7.8 – Сигнализация «из конца в конец»

Транзитные КС и оконечная КС в обработке адресной информации не участвуют.

2) «*От звена к звену*», при котором информация, необходимая для установления соединения, передается между управляющими устройствами коммутационных систем и обрабатывается на каждой станции (рисунок 7.9).



КС – коммутационная система

Рисунок 7.9 – Сигнализация «от звена к звену»

7.3.2 Сигнализация 2ВСК

Сигнализация типа 2ВСК (по двум выделенным сигнальным каналам) может быть реализована путем передачи сигналов в каналах систем ИКМ. Цикловая структура цифрового потока зависит от применяемых стандартов (ИКМ-30, ИКМ-24, ИКМ-15). На рисунке 7.10 показана цикловая структура цифрового потока в стандарте ИКМ-30.

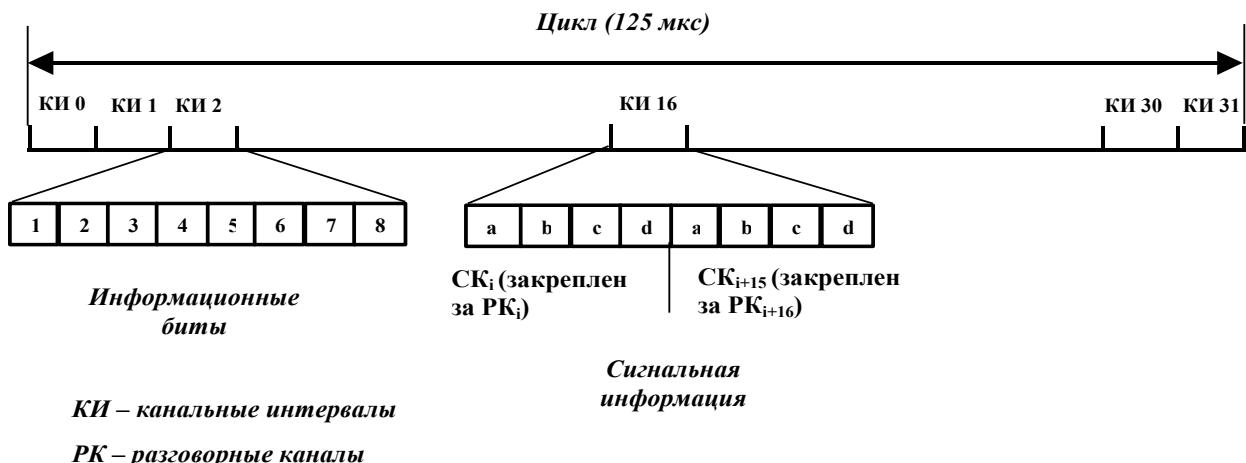


Рисунок 7.10 – Цикловая структура цифрового потока в стандарте ИКМ-30

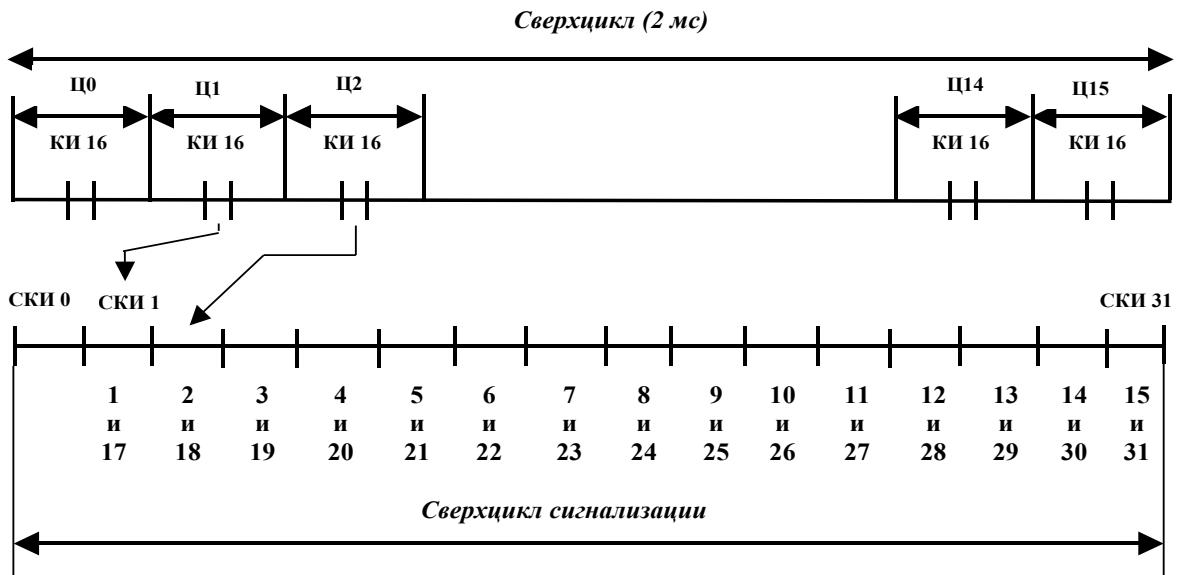
В цикле передачи аппаратуры ИКМ-30 организуется 32 канальных интервала.

Канальный интервал (КИ) – промежуток времени, отводимый для передачи кодовой группы одного канала. Нулевой канальный интервал используется для цикловой синхронизации. КИ 1-15 и 17-31 используются для передачи информации пользователя (8 бит).

При использовании ВСК необходима идентификация разговорного канала, к которому относится тот или иной сигнал линейной или регистровой сигнализации, что осуществляется фиксацией положения сигнальных битов. Сигналы, имеющие отношение к соответствующему разговорному каналу, всегда передаются битами, размещенными в специально назначенной временной позиции.

В 16-ом канальном интервале передается сигнальная информация для двух разговорных каналов (РК_i и РК_{i+16}). Для каждого разговорного канала используется закрепляется 4 сигнальных бита (a, b, c, d). Для организации передачи сигнальной информации о состоянии 30 разговорных каналов организуется сверхцикл сигнализации, состоящий из 16 циклов.

В 16-ом КИ нулевого цикла передается сверхциклический синхросигнал, от которого ведется отсчет сигнальных каналов. В 16-ом КИ первого цикла передается по 4 сигнальных бита для РК 1 и 16, в 16-ом КИ второго цикла передается по 4 сигнальных бита для каналов 2 и 17 и т. д. Так как сверхцикл содержит 16 циклов по 125 мкс, то длительность сверхцикла равна 2 мс (рисунок 7.11).



КИ – канальный интервал

СКИ – сигнальный канальный интервал

Рисунок 7.11 – Организация сверхцикла сигнализации

7.3.3 Сигнализация токами тональных частот

Протоколы сигнализации токами тональных частот можно классифицировать по двум основным признакам:

- 1) по составу частот;
- 2) по методу передачи блоков данных.

Классификация протоколов сигнализации по составу частот и методу передачи блоков данных приведена в таблице 7.2 и 7.3.

Таблица 7.2 – Классификация протоколов сигнализации по составу частот

Тип сигнализации	Область применения	Примечание
1 Одночастотная:		сигналы отличаются длительностью и количеством импульсов
• 2600 Гц	ЗСЛ, СЛМ, междугородная и ведомственные сети	
• 2100 Гц	ведомственные сети	
• 2100 или 1600 Гц	внутризоновая полуавтоматическая связь	
2 Двухчастотная:		сигналы отличаются составом и количеством импульсов
• 1000 и 1600 Гц	междугородная сеть	
• 600 и 750 Гц	ведомственные сети	
• 2040 и 2400 Гц	международная сеть	
3 Многочастотная:		сигналы отличаются составом частот
• код «2 из 6»	международная и междугородная сеть, внутризоновые сети	
• код «2 из 8»	абонентские линии	

Таблица 7.3 – Классификация протоколов сигнализации по методу передачи блоков данных

Метод передачи блоков данных	
Импульсные	Пакетные
• одночастотные	• безынтервальный пакет
• двухчастотные	• импульсные пакеты
• протокол R2	
• протокол R1.5 (импульсный челнок)	

Достоинства сигнализации токами тональных частот:

- 1) обеспечивается такая же дальность передачи сигнальных сообщений, как и передача речи;
- 2) сигнальные сообщения могут передаваться по любым каналам, по которым возможна передача речи.

Недостатки сигнализации токами тональных частот:

- 1) возможность имитации линейных сигналов токами тех же частот во время разговора;
- 2) относительно низкие информационные возможности протоколов.

7.3.4 Примеры протоколов сигнализации токами тональных частот

Протокол R1.5 (импульсный челнок) [13]. Протоколы многочастотной сигнализации являются *гибридными*: линейные сигналы передаются по сигнальным каналам, а регистровые – по разговорным каналам многочастотным кодом. Протокол R1.5 – гибридный протокол многочастотной сигнализации, использующий одинаковые частоты для регистровой сигнализации в обоих направлениях: $f_0 = 700$, $f_1 = 900$, $f_2 = 1100$, $f_4 = 1300$; $f_7 = 1500$, $f_{11} = 1700$ Гц. Количество сигналов в каждом направлении определяется числом сочетаний из 6 различных часто по 2 и определяется по формуле:

$$C_m^n = \frac{m!}{n!(m-n)!} = 15, \quad (7.1)$$

где $n = 2$,

$m = 6$.

Длительность сигнала составляет 45 ± 5 мс.

Обмен сигналами начинается с передачи сигнала запроса на предыдущую станцию. Каждый следующий сигнал передается только после получения подтверждения предыдущего от приемной стороны. Протокол является самопроверяющимся. Каждому сигналу обратного направления отвечает сигнал прямого направления. Если обнаружена ошибка, то запрашивается повторение ранее принятого сигнала (рисунок 7.12).

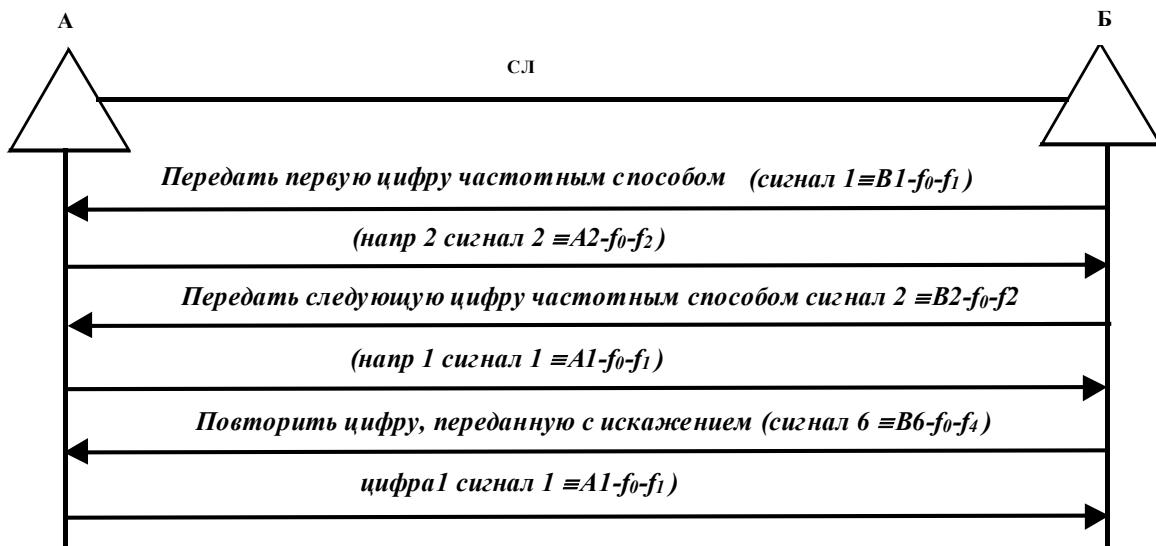


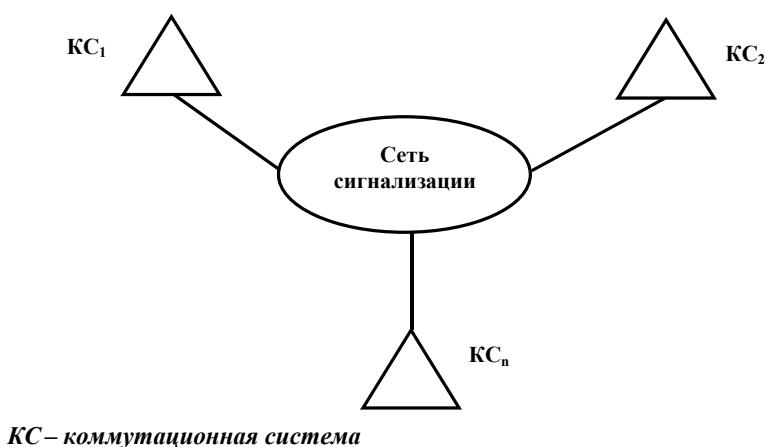
Рисунок 7.12 – Обмен многочастотными сигналами по протоколу «импульсный членок»

7.4 Общеканальная система сигнализации ОКС№7

7.4.1 Понятие и режимы работы ОКС№7

Общий канал сигнализации представляет собой совокупность средств обеспечивающих приём требований на передачу линейных, регистровых и информационных сигналов, формирование пакетов данных переменной длины с сигнальной и другой информацией, передачу и приём кадров, а также обеспечение требуемой верности передачи информации.

В ОКС отсутствует строгое соответствие между сигнальными и разговорными каналами. При этом маршрут передачи сигнальной информации в сети может отличаться от маршрута пользовательской информации. В ОКС информация передается между станциями посредством специально организованной сети сигнализации, которая фактически является сетью передачи данных и предназначена для связи между собой центральных (координационных) процессоров коммутационных систем [1] (рисунок 7.13).



КС – коммутационная система

Рисунок 7.13 – Сеть сигнализации

Сеть сигнализации – совокупность каналов сигнализации, оконечных и транзитных пунктов сигнализации. Эта сеть является транспортной системой не только для транспортировки сигнальных сообщений, обмен которыми обеспечивает предоставление услуг, но и для обмена данными тарификации разговоров, технической эксплуатации, административного управления, управления процессами подготовки и предоставления дополнительных видов обслуживания.

Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии рекомендовал две системы ОКС. Первая ОКС№6 была принята для сигнализации на международной сети. Вторая система ОКС№7 принята в 1980 году как сигнализация для цифровых сетей связи со скоростью передачи 64 Кбит/с. ОКС№7 определяет сигнализацию между коммутационными системами в цифровой национальной сети, включая УПАТС, а также в центрах технической эксплуатации (ЦТЭ). На ОКС№7 базируется построение цифровой сети с интеграцией обслуживания (ЦСИО).

Сеть сигнализации образуется тремя основными элементами:

1) **пункт сигнализации** (Signaling Point, SP) - совокупность аппаратно-программных средств коммутационной станции, осуществляющих формирование сигнальных сообщений для передачи и обработку принимаемых сигнальных сообщений в процессе обслуживания вызовов (функции пункта сигнализации выполняются аппаратно-программными средствами цифровых систем коммутации ЦСК;

2) **транзитный пункт** (Signaling Transfer Point, STP) - передача сигнальных сообщений из одного звена сигнализации в другое;

3) **звено сигнализации** (Signaling Link, SL) – обеспечивает перенос сигнальных сообщений между пунктами сигнализации, включает в себя два противоположно направленных канала или один двунаправленный канал передачи данных.

Сеть ОКС№7 может функционировать в одном из трех режимов:

1) **Связанном** – маршруты передачи информационных и сигнальных сообщений совпадают (рисунок 7.14).

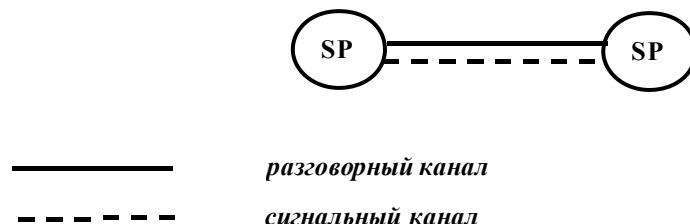


Рисунок 7.14 – Связанный режим работы сети ОКС№7

2) **Казисвязанном** – маршруты передачи информационных и сигнальных сообщений не совпадают, но сигнальные сообщения между 2-мя станциями проходят по заранее заданному маршруту. В сигнальном тракте задействовано не менее 2-х звеньев ОКС (рисунок 7.15).

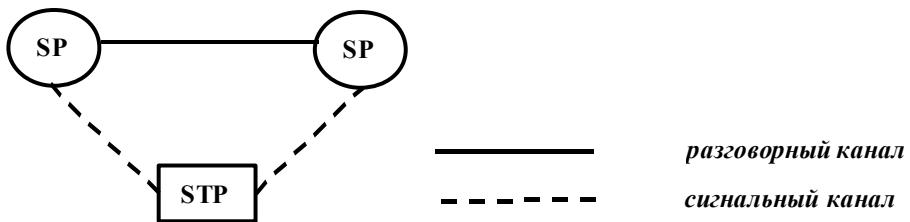


Рисунок 7.15 – Квазисвязанный режим работы сети ОКС№7

3) **Несвязанном** - сообщения между SP могут направляться, в зависимости от состояния элементов сети, по разным маршрутам, т.е. маршруты заранее не определены (рисунок 7.16).

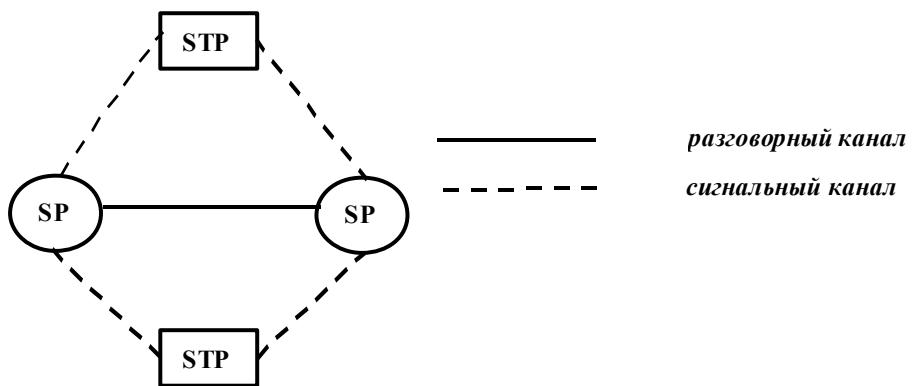


Рисунок 7.16 – Несвязанный режим работы сети ОКС№7

7.4.2 Передача сигнальных сообщений

Информация в ОКС№7 передается через звено сигнализации с помощью пакетов данных, называемых *сигнальными единицами СЕ* (SU - Signal Unit). Различают три типа сигнальных единиц:

1) **значащая сигнальная единица (ЗНСЕ)**, которая используется для передачи сигнальной информации, формируемой подсистемами пользователей и управлением соединением сигнализации;

2) **сигнальная единица состояния звена сигнализации (СЗСЕ)**, которая используется для контроля состояния звена сигнализации;

3) **заполняющая сигнальная единица (ЗПСЕ)**, которая передается в звено сигнализации при отсутствии значащей сигнальной единицы и состояния звена сигнализации.

Сигнальные единицы состоят из поля сигнальной информации, в котором передается информация, выработанная подсистемой пользователя, и нескольких полей фиксированной длины, в которых передается информация для управления передачей сообщений. На рисунке 7.17 показан формат значащей сигнальной единицы.

0	1	1	1	1	1	1	0	Флаг				
ОБИ	ОБН											
ПБИ	ППН											
	ИД (L)											
	ИС				ИП							
	Сигнальная информация											
	Сигнальная информация											
	Проверочные биты											
	Проверочные биты											
0	1	1	1	1	1	1	0	Флаг				

Рисунок 7.17 – Формат значащей сигнальной единицы

ОБИ - обратный бит-индикатор, используется для запроса повторной передачи значащей СЕ, принятой ранее с ошибкой.

ОБН - обратный порядковый номер, передаётся удалённой стороной в качестве подтверждения принятой без ошибок СЕ.

ПБИ - прямой бит индикации, используется для информирования удалённой стороны о том, передаётся ли СЕ впервые или повторно.

ППН - прямой порядковый номер. Каждой СЕ присваивается уникальный ППН. На удалённой стороне ППН принимаемых СЕ служат для проверки правильного порядка следования СЕ.

Флаг – основная функция – разделитель СЕ.

ИД - индикатор длины, по которому определяется тип СЕ (для ЗПСЕ ИД=0, для СЗСЕ ИД=1 или 2, для ЗНСЕ ИД>2);

ПБ - проверочные биты. Формируются в процессе циклического кодирования сигнальной информации и добавляются к ней. Удалённая сторона использует для выявления ошибок.

БСИ (ИС и ИП) - байт служебной информации.

ИП - индикатор пользователя (ТфОП, сеть передачи данных, сеть с интеграцией обслуживания и т. п.).

ИС - индикатор сети (международная, междугородная, зоновая, местная).

ПСИ - поле сигнальной информации. Содержится сообщение пользователя и метка, включающая код исходящего пункта и код пункта назначения.

Порядок взаимодействия двух пунктов сигнализации показан на рисунке 7.18.

При передаче сигнальных сообщений на передающей стороне в БЗУ записываются СЕ. Если в БЗУ нет ЗНСЕ или СЗСЕ, то в канал связи выдаются ЗПСЕ. Если БЗУ не пустое, то из него считывается очередная СЕ и выдаётся в канал. УЗО вводит в СЕ проверочные разряды для защиты от ошибок. На приёмном конце поступившая СЕ проверяется на достоверность. Если результат позитивный, то СЕ передаётся на обработку, а в сторону передающей стороны выдаётся сигнал подтверждения. После получения этого сигнала переданная СЕ стирается из БЗУ. Если результат контроля негативный, то на передающую сторону передаётся сигнал переспроса и выдача СЕ повторяется. Повторы продолжаются до тех пор, пока не будет получен сигнал подтверждения.



БПП – буфер повторной передачи (приема)

УЗО – устройство защиты от ошибок

М - модем

УУ – управляющее устройство

Рисунок 7.18 – Передача сигнальных единиц

Вопросы для самоконтроля:

- 1 Что такое сигнализация протокол сигнализации?
- 2 Какие области применения сигнализации включает в себя обслуживание вызова?
- 3 На какие группы подразделяются сигналы, передаваемые по телефонным каналам?
- 4 Какие коды используются в существующих системах сигнализации?
- 5 Пояснить организацию взаимодействия оконечного устройства системой с коммутацией.
- 6 Какие способы набора номера используются на телефонной сети?
- 7 На какие классы делятся системы межстанционной сигнализации?
- 8 В чем сущность метода реализации систем сигнализации «из конца в конец»?
- 9 В чем сущность метода реализации систем сигнализации «от звена к звену»?
- 10 Пояснить цикловая структура цифрового потока в стандарте ИКМ-30?
- 11 Пояснить, каким образом, организуется передача сигнальной информации системе сигнализации 2BCK?
- 12 По каким признакам классифицируются протоколы сигнализации токами тональных частот?
- 13 Назначение сети ОКС№7?
- 14 Из каких основных элементов состоит сеть ОКС№7?
- 15 В каких режимах может работать сеть ОКС№7?
называются пакеты данных, передаваемых по сети ОКС№7?
- 16 Как называется СЕ, которая используется для передачи сигнальной информации, формируемой подсистемами пользователей и управлением соединением сигнализации?
- 17 Как называется СЕ, которая передается в звено сигнализации при отсутствии значащей сигнальной единицы и состояния звена сигнализации?
- 18 Как называется СЕ, которая передается в звено сигнализации при отсутствии значащей сигнальной единицы и состояния звена сигнализации?
- 19 Как называется СЕ, которая используется для контроля состояния звена сигнализации?
- 20 Пояснить процесс передачи сигнальных единиц.

8 ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕЛЕТРАФИКА

8.1 Предмет и задачи теории телетрафика

С появлением и широким распространением телефонных систем и вследствие возникновения необходимости разработки математических методов для оценки качества их функционирования в начале XX века родилась *теория массового обслуживания*, которая в настоящее время используется для решения широкого круга задач – от бытового обслуживания до космических исследований. Однако определяющую роль в развитии теории массового обслуживания продолжает играть одна из ее ветвей – *теория телетрафика* (teletraffic theory), основоположником которой считается датский ученый А. К. Эрланг.

Термин телетрафик (teletraffic) применим к множеству видов сообщений, однако большинство исследований относится к системам и сетям передачи данных и телефонных сообщений. В теории телетрафика все рассматриваемые объекты объединяются под общим названием *системы распределения информации (системы телетрафика)*.

Система распределения информации – совокупность коммутационных приборов, часть или весь коммутационный узел либо сеть связи, которые по определенному алгоритму обслуживаются сообщения различного вида (телефонные, телеграфные, факсимильные, видео, данные ЭВМ и др.).

Главной целью теории телетрафика является построение математических моделей, адекватно отображающих реальные системы распределения информации, а также разработка методов оценки качества их функционирования. Это позволяет наиболее экономично строить системы и сети передачи сообщений при заданном качестве обслуживания.

Предметом теории телетрафика являются процессы обслуживания системами распределения информации поступающих потоков сообщений и их численные характеристики.

К основным задачам теории телетрафика относятся:

1) **задачи анализа**, которые включают в себя определение характеристик качества обслуживания в зависимости от характеристик и параметров входящего потока вызовов, структуры системы обслуживания и дисциплины обслуживания (например, определение среднего времени ожидания соединения);

2) **задачи синтеза**, которые заключаются в построении такой оптимальной коммутационной системы, где при известных параметрах потоков сообщений, дисциплине и качестве обслуживания минимизируется ее стоимость (обратная задача заключается в построении коммутационной системы заданной стоимости, которая минимизирует потери вызовов при известных параметрах потоков сообщений, дисциплине обслуживания);

3) **задача оптимизации** заключается в управлении потоками вызовов или структурой сети для достижения наилучших показателей качества ее функционирования.

С развитием телекоммуникаций повышаются требования к экономичности построения и качеству функционирования систем связи. В связи с этим задачи анализа, синтеза и оптимизации телекоммуникационных систем и сетей необходимо решать с учетом перспектив их развития.

8.2 Характеристики и свойства потоков вызовов

8.2.1 Основные понятия случайного процесса в системе массового обслуживания

Система массового обслуживания (СМО) состоит из какого-либо числа обслуживающих единиц (например, числа каналов связи). Работа любой СМО состоит в выполнении поступающего на нее потока требований (заявок). Заявки поступают на систему в случайные и не случайные моменты времени. Обслуживание каждой поступившей заявки продолжается какое-то время, после чего канал освобождается. В зависимости от числа каналов СМО обладает пропускной способностью, которая позволяет более или менееправляться с потоком заявок. Различают:

- *абсолютную пропускную способность* – число заявок, которое система может обслужить в единицу времени;
- *относительную пропускную способность* – среднее отношение числа обслуженных заявок к числу поданных.

В большинстве случаев моменты поступления заявок, а также длительность их обслуживания случайны. В связи с этим в потоке заявок могут образовываться так называемые сгущения и разряжения. Сгущения могут приводить либо к отказам в обслуживании, либо к образованию очередей. Разряжения могут приводить непроизводительным простоям отдельных каналов или системы в целом. Таким образом, процесс функционирования СМО представляет собой случайный процесс.

Случайный процесс, протекающий в СМО, состоит в том, что система в случайные моменты времени переходит из одного состояния в другое: меняется число занятых каналов, число заявок в очереди и т. п. СМО представляет собой физическую систему дискретного типа с конечным (счетным) множеством состояний, а переход системы из одного состояния в другое происходит скачком в тот момент, когда происходит какое-то новое событие (поступление новой заявки, уход заявки из очереди и т. п.).

Рассмотрим физическую систему X со счетным множеством состояний [1]:
 $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$

В любой момент времени t система X может находиться в одном из этих состояний. Обозначим $p_k(t)$ ($k=1, 2, \dots, n, \dots$) вероятность того, что в момент времени t система будет находиться в состоянии x_k . Для такого случая будет справедливо равенство:

$$\sum_k P_k(t) = 1 \quad (8.1)$$

Совокупность вероятностей $p_k(t)$ для каждого момента времени t

характеризует данное сечение случайного процесса, протекающего в системе. Случайные процессы в дискретной системе со счетным множеством состояний бывают двух типов: с дискретным и непрерывным временем. Для случайных процессов *с дискретным временем* переходы из одного состояния в другое могут происходить только в строго определенные, заранее известные моменты t_1, t_2, \dots . Для случайных процессов *с непрерывным временем* смена состояния системы возможна в любой момент времени t . Случайные процессы протекающие в СМО, как правило, представляют собой процессы с непрерывным временем.

В качестве примера рассмотрим одноканальную СМО (одна телефонная линия), в которой заявка, заставшая канал занятым, не становится в очередь, а покидает систему (получает отказ). Эта система с непрерывным временем и двумя возможными состояниями: x_0 – канал свободен, x_1 – канал занят. Переходы из одного состояния в другое обратимы. Для n -канальной системы имеются следующие состояния: x_0 – все каналы свободны; x_1 – один канал занят; x_2 – занято два канала и т. д. На рисунке 8.1 показаны схемы возможных переходов.

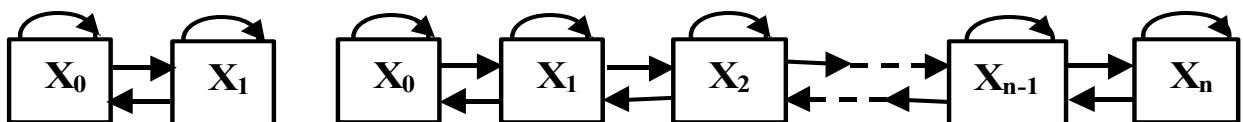


Рисунок 8.1 – Переходы состояний для одноканальной и n -канальной систем

Другим примером дискретной системы с непрерывным временем является одноканальная СМО с четырьмя состояниями: x_0 – канал исправен и свободен; x_1 – канал исправен и занят; x_2 – канал неисправен и ждет ремонта; x_3 – канал неисправен и ремонтируется. Схема возможных переходов для этого случая показана на рисунке 8.2.

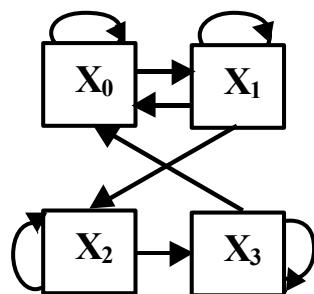


Рисунок 8.2 – Переходы для одноканальной системы с ремонтом

Для СМО основным фактором, обуславливающим протекающие в ней процессы, является поток заявок (вызовов). Поэтому математическое описание любой СМО начинается с описания потоков вызовов.

8.2.2 Характеристики и свойства потоков вызовов

Поток вызовов – последовательность вызовов, поступающих один за другим в какие-либо моменты времени (вызовы, поступающие от группы абонентов или группы устройств телефонной сети, поток информации, поступающий на ЭВМ, поток телеграмм и т. п.).

Потоки вызовов подразделяются на следующие виды:

- **детерминированные** – с фиксированными моментами поступления;
- **случайные** – потоки, в которых моменты поступления вызовов зависят от случайных факторов.

Детерминированные потоки являются частным случаем случайных потоков и на практике встречаются редко. В связи с этим в теории телетрафика основное внимание уделяется рассмотрению случайных потоков вызовов.

Основными характеристиками случайных потоков являются:

- 1) **параметр потока** $\lambda(t)$ в момент времени t есть предел отношения вероятности поступления не менее одного вызова в промежутке $(t, t + \Delta t)$ к величине этого промежутка Δt при $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{i \geq 1}(t, t + \Delta t)}{\Delta t}, \quad (8.2)$$

где i – количество вызовов

- 2) **интенсивность потока** $\mu(t)$ в момент времени t есть предел отношения приращения математического ожидания числа вызовов в промежуток времени $(t, t + \Delta t)$ к величине этого промежутка Δt при $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\mu(0, t) - \mu(0, t + \Delta t)}{\Delta t}, \quad (8.3)$$

где $\mu(0, t)$ $\mu(0, t + \Delta t)$ – математические ожидания числа вызовов за промежутки времени $(0, t)$ $(0, t + \Delta t)$.

Интенсивность $\mu(t)$ характеризует случайный поток в момент времени t числом поступающих вызовов. Параметр характеризует этот же поток за ту же единицу времени числом вызывающих моментов, т. е. моментов поступления одного или одновременно группы вызовов. Поэтому для любого случайного потока имеет место соотношение: $\mu(t) \geq \lambda(t)$.

Основными свойствами случайных потоков являются:

- 1) **стационарность** – стационарным называется поток, если вероятность поступления определенного количества вызовов за любой промежуток времени определяется лишь длительностью этого промежутка и не зависит от момента его начала;

2) **ординарность** – ординарным называется поток, в котором вероятность поступления более чем одного вызова за малый промежуток времени пренебрежительно мала по сравнению с вероятностью поступления одного вызова;

3) **отсутствие последствия** – поток вызовов называется потоком без последствия, если вероятность поступления вызова в момент времени t не зависит от предыдущих событий.

Поток вызовов, обладающий одновременно свойствами стационарности, ординарности и отсутствия последствия называется *простейшим потоком*.

8.2.3 Длительность обслуживания вызовов

Длительность обслуживания поступившего вызова может быть детерминированной или случайной. Детерминированная длительность задается последовательностью величин h_k , характеризующих длительность обслуживания k -го вызова. При $h_k=h$ длительность обслуживания называется постоянной. Детерминированная длительность обслуживания характерна для управляющих устройств АТС. В большинстве случаев общая длительность обслуживания вызова, как правило, величина случайная и описывается вероятностным законом распределения:

$$P(\tau(t) < t) = 1 - e^{-\frac{t}{h}}, \quad (8.4)$$

где $P(\tau(t) < t)$ - вероятность того, что длительность случайного времени обслуживания τ будет меньше наперед заданного значения времени t ;
 h – среднее время обслуживания.

8.3 Характеристики систем обслуживания вызовов

Дисциплина обслуживания – это набор правил в соответствии с которым происходит обслуживание вызовов и связанных с ним сообщений.

В системах распределения информации поступающие потоки сообщений могут обслуживаться в соответствии с двумя основными дисциплинами:

- 1) **без потерь** – для передачи каждого сообщения немедленно предоставляется требуемое соединение;
- 2) **с потерями** – часть сообщений получает отказ в обслуживании или их обслуживание задерживается на некоторое время.

По экономическим соображениям реальные системы коммутации проектируют как системы с потерями. В системах с потерями различают обслуживание:

- *с явными потерями*, при котором вызов и связанное с ним сообщение при получении отказа в немедленном установлении соединения полностью теряются и на обслуживание больше не поступают;
- *с условными потерями*, при котором сообщение, поступившее в момент занятости соединительных путей не пропадает, но задерживается обслуживание вызова, несущего это сообщение.

По способу обслуживания задержанных вызовов различают системы:

- *с ожиданием*, при котором задержанные вызовы становятся в очередь и обслуживаются по мере освобождения соединительных устройств, а потери выражаются в задержке обслуживания. Выбор источников из очереди может происходить в порядке поступления вызовов (упорядоченная очередь), в обратном порядке (реверсивная очередь), в случайном порядке (случайная очередь), с приоритетами относительным или абсолютным для некоторых категорий вызовов.

- *с повторными вызовами*, в которых задержанные вызовы повторяются через случайные или детерминированные промежутки времени до получения требуемого соединения. Здесь такие понятия как потери вызовов и сообщений разделяются, т. к. потеря отдельных вызовов (попыток) не ведет к явной потери

сообщения. Происходит только задержка обслуживания, т. е. возникают условные потери.

Наряду со способами обслуживания с явными и условными потерями возможен ряд *комбинированных* способов. В системе с ожиданием часто ограничивается время пребывания источника в очереди или длина очереди. Тогда часть поступивших сообщений обслуживается с ожиданием, а часть - с повторением или с явными потерями. При обслуживании повторными вызовами возможны ограничения на число повторных попыток (длина очереди). При этом наряду с условными потерями возникают явные потери сообщений.

Для описания реальных коммутационных систем без ожидания используются модели с явными потерями сообщений и модели с повторными вызовами. Система с повторными вызовами математически более сложная и применяется при исследовании и расчете коммутационных систем со сравнительно высокими потерями, когда интенсивность потоков повторных вызовов велика. Однако часто для упрощенного описания реальных систем с возможностью повторения вызовов используется модель с явными потерями.

8.4 Понятие телефонной нагрузки и ее виды

Суммарное время занятия коммутационных устройств за определенный промежуток времени называется *телефонной нагрузкой*.

Различают следующие виды телефонной нагрузки:

1) *поступающая* – нагрузка за промежуток времени (t_1, t_2), которая бы была обслужена, если бы каждому поступающему вызову было тот час же предоставлено коммутационное устройство и соединение было бы доведено до конца:

$$y_n(t_1, t_2) = \sum_{i=1}^{v=\infty} y_{ni}(t_1, t_2), \quad (8.5)$$

где $y_{ni}(t_1, t_2)$ – суммарное время занятия i -го соединительного пути без отказов; $v=\infty$ – количество соединительных путей равно бесконечности, т. к. каждый вызов должен быть обслужен;

2) *обслуженная нагрузка* – суммарное время занятия всех соединительных путей коммутационной системы за промежуток времени (t_1, t_2):

$$y_o(t_1, t_2) = \sum_{i=1}^v y_{oi}(t_1, t_2), \quad (8.6)$$

где $y_{oi}(t_1, t_2)$ – суммарное время занятия i -го пути;

3) *потерянная нагрузка* – часть поступающей, но не обслуженной нагрузки, из-за отсутствия свободных соединительных путей:

$$y_{lost} = y_n(t_1, t_2) - y_o(t_1, t_2) \quad (8.7)$$

Для того, чтобы подчеркнуть, что величина нагрузки складывается из промежутков времени, соответствующих отдельным занятиям, за единицу измерения телефонной нагрузки взято часо-занятие.

Одно часо-занятие – это такая нагрузка, которая может быть обслужена одним соединительным устройством при его непрерывном занятии в течении одного часа.

Математическое ожидание нагрузки в единицу времени называется **интенсивностью нагрузки**, которая определяется по формуле:

$$y = h \sum_{i=1}^v iP_i, \quad (8.8)$$

где h – среднее время занятия;

P_i – вероятность занятия i -го соединительного пути из общего числа v ;
 i – число занятых путей.

Нагрузка и ее интенсивность измеряются **Эрлангах** (Эрл). 1Эрл – это такая интенсивность нагрузки, при которой в течение одного часа будет обслужена нагрузка в одно часо-занятие:

$$1\text{Эрл} = \frac{1\text{часо-занятие}}{\text{час}} \quad (8.9)$$

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое система распределения информации?
- 2 Что является объектом изучения теории телетрафика?
- 3 Что является предметом изучения теории телетрафика⁷
- 4 Какие основные задачи решает теория телетрафика?
- 5 Что такое поток вызовов?
- 6 Какие потоки вызовов называются случайными?
- 7 Какие потоки вызовов называются детерминированными?
- 8 Что такое параметр потока?
- 9 Что такое интенсивность потока?
- 10 В чем заключается свойство стационарности случайного потока?
- 11 В чем заключается свойство ординарности случайного потока?
- 12 Каким законом описывается длительность обслуживания вызова?
- 13 Что такое дисциплина обслуживания потоков вызовов?
- 14 Какие системы относятся к системам с явными потерями?
- 15 Какие системы относятся к системам с условными потерями?
- 16 Каким способами могут обслуживаться задержанные вызовы?
- 17 Что такое телефонная нагрузка?
- 18 На какие виды подразделяется телефонная нагрузка?
- 19 Что такое интенсивность нагрузки?
- 20 В чем измеряется интенсивность нагрузки?

9 СЕТИ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

9.1 Характеристика сетей подвижной связи

В последние годы наблюдается резкий рост числа пользователей сетей подвижной (мобильной) связи как у нас в стране, так и за рубежом. В ряде случаев такие сети целесообразно создавать не только для обеспечения связи между подвижными объектами, где таким сетям нет альтернативы, но и для организации связи между стационарными объектами. Достоинства беспроводных сетей перечислены в таблице 9.1 [27].

Таблица 9.1 – Сравнение проводных и беспроводных сетей

Проводные сети	Беспроводные сети
Монтаж и пуск требуют много времени	Монтаж и пуск осуществляются быстро
Потери потенциальных доходов	Доходы начинают поступать раньше
Текущие сведения о размещении будущих абонентов критически важны и должны быть заранее известны	Точные сведения о размещении абонентов не имеют критического значения (важно знать плотность распределения абонентов на территории)
В некоторых местах организация проводных сетей затруднительна, легкость повреждения направляющих элементов сети	Радиосети идеально подходят для местности со сложным рельефом
Повышенные затраты на обслуживание	Пониженные затраты на обслуживание

Во многих случаях окупаемость беспроводных сетей составляет 1-2 года. В то же время срок окупаемости проводных значительно выше. Проводные сети экономически нецелесообразны на местностях с малой плотностью населения, например в случае, когда требуется обеспечить телефонную связь с удаленным от райцентра населенным пунктом.

В настоящее время доминирующее положение на рынке подвижной радиосвязи занимают:

- *профессиональные (частные) системы подвижной связи;*
- *системы персонального вызова;*
- *системы беспроводных телефонов;*
- *системы сотовой связи общего пользования.*

Первые системы подвижной радиосвязи создавались и развивались в интересах государственных организаций, коммерческих структур, скорой помощи, милиции и т.п. В принятой за рубежом классификации эти системы

относятся к так называемым *профессиональным системам подвижной радиосвязи* PMR (Professional Mobile Radio).

В профессиональных системах подвижной радиосвязи наиболее эффективное использование выделенного частотного ресурса обеспечивается в системах со свободным доступом абонентов к общему частотному ресурсу, получивших название *транкинговых* (от англ. trunk - магистраль, шина). Когда транкинговый радиоабонент осуществляет вызов, система назначает ему один из имеющихся свободных каналов.

Различают транкинговые системы:

- С *последовательным (сканирующим) поиском свободного канала связи*, который характеризуется значительным временем установления канала связи и может быть рекомендован при небольшом количестве каналов (до 5-8).
- С *выделенным каналом управления*.

Системы персонального радиовызова (СПРВ) гармонично сопрягаются с системами радиосвязи и передачи данных. Персональный радиовызов (пейджинг) – услуга электросвязи, обеспечивающая беспроводную одностороннюю передачу информации в пределах обслуживаемой зоны. По своему назначению СПРВ можно разделить: на частные (ведомственные) и общего пользования.

- *Частные СПРВ*, которые обеспечивают передачу сообщений в локальных зонах или на ограниченной территории в интересах отдельных групп пользователей. Как правило, передача сообщений в таких СПРВ осуществляется с пультов управления диспетчерами без взаимодействия с ТфОП;
- *Системы персонального радиовызова общего пользования*, через которые с помощью ТфОП происходит передача в радиоканале сообщений ограниченного объема.

Основными компонентами коммерческого успеха этих систем являются: широкая зона обслуживания в масштабах страны с возможностью международного взаимодействия; низкие тарифы и арендная плата; простота передачи сообщений и удобство пользования; малые габариты приемников СПРВ и длительный срок непрерывной работы с одним источником.

Системы беспроводных телефонов были первоначально ориентированы на резидентное использование, т.е. в условиях офисов и квартир. Позже они стали развиваться как системы общего пользования, обеспечивающие поддержку услуг общего доступа.

9.2 Сотовые системы подвижной связи (ССПС)

9.2.1 Классификация ССПС. Сотовые сети подвижной связи предназначены для использования в системах массового обслуживания и ориентированы на коммерческого потребителя, но по сравнению с другими мобильными системами предлагают большой набор услуг.

ССПС можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) *По форме представления сигнала в разговорном канале РК:*

- аналоговые:
 - NMT (Nordic Mobile Telephone System);
 - AMPS (Advanced Mobile Phone System);
- цифровые:
 - GSM (Global System for System Communications)
 - DAMPS (Digital Advanced Mobile Phone System)

2) По диапазону частот.

В системах сотовой подвижной связи используются радиосигналы дециметрового диапазона (таблица 9.2).

Таблица 9.2 – Классификация ССПС по диапазону частот

Стандарт	Частота, МГц		Длина волны, см	
	MS-BS	BS-MS	MS-BS	BS-MS
NMT-450	453-457,5	463-467,5	65,6-66,3	63,2-64,9
AMPS/DAMPS	824-849	869-894	35,4-36,4	33,6-34,6
GSM-900	890-915	935-960	32,8-33,7	31,2-32,1
GSM-1800	1710-1785	1805-1880	16,8-17,6	16,0-16,6

3) По виду множественного доступа:

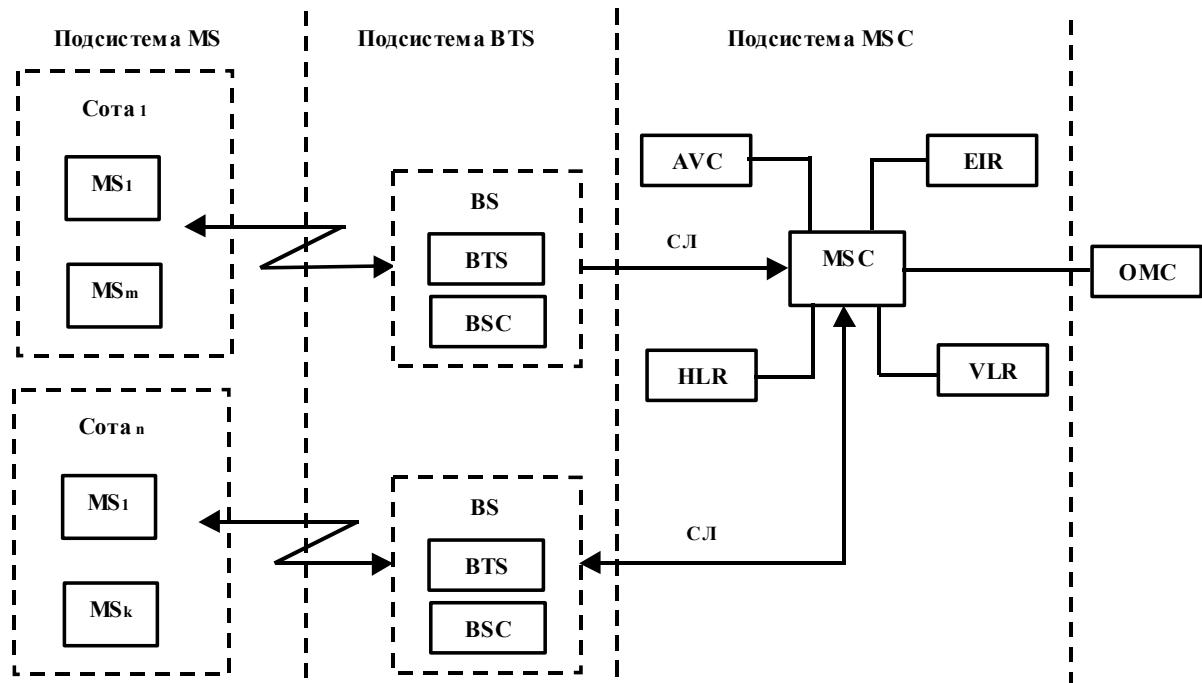
- FDMA (Frequency Division Multiple Access) - ССПС, в которых реализуется множественный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР);
- TDMA (Time Division Multiple Access) - которых реализуется множественный доступ с временным разделением каналов (МДВР);
- CDMA (Code Division Multiple Access) – ССПС, которых реализуется множественный доступ с кодовым разделением каналов (МДКР).

9.2.2 Структура ССПС. Система сотовой связи строится в виде совокупности ячеек или сот, покрывающих обслуживаемую территорию. Соты никогда не бывают строгой геометрической формы. Реальные границы имеют вид неправильных кривых, зависящих от условий распространения и затухания радиоволн, т. е. от рельефа местности, характера и плотности растительности и застройки и т. п. Обобщенная модель ССПС показана на рисунке 9.1.

В обобщенной модели ССПС можно выделить четыре основных компонента:

1) **Подсистема мобильных станций** MS состоит из оборудования, обеспечивающего доступ абонентов в систему. Абонентские станции содержат съемный модуль идентификации абонентов SIM (Subscribe Identity Module), который содержит опознавательный код MS, который в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т содержит:

- код страны (3 цифры);
- код сети СПС (2-3 цифры);
- номер абонента в сети оператора (10 цифр).



MS – Mobile Station

BS – Base Station

BTS – Base Transceiver Station

MSC – Mobile Switching Center

OMC – Operation and maintenance Center

HLR Home Location Register

VLR Visited Location Register

AVC Authentication Center

EIR – Equipment Identity Register

Рисунок 9.1 – Обобщенная модель ССПС

2) **Подсистема базовых станций BS** состоит из приемо-передающих станций BTS и контроллеров базовых станций BSC.

3) **Подсистема коммутации MSC**, которая обслуживает группу сот и обеспечивает все виды соединений:

- MS – MS;
- MS – ТфОП;
- ТфОП – MS.

При пересечении MS границ соты центр коммутации выполняет процедуру «передачи обслуживания» или «эстафетной передачи», при которой MS переключаются на канал другой базовой станции. Помимо коммутационных задач центр коммутации отслеживает местонахождение абонентов, а также проверяет подлинность абонентов и их права на обслуживание.

4) **Центр управления OMC**, является центральным элементом ССПС, который обеспечивает управление другими компонентами системы и контроль качества функционирования.

Обслуживание вызова связано с использованием нескольких видов баз данных, при помощи которых отслеживается местонахождение абонентов и информационная безопасность:

• **съемный модуль идентификации абонентов SIM** (Subscribe Identity Module), который содержит опознавательный код MS, который в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т содержит:

- код страны (3 цифры);

- код сети СПС (2-3 цифры);

- номер абонента в сети оператора (10 цифр);

- **домашний или основной регистр HRL** (Home Location Register), который содержит базы данных об абонентах, зарегистрированных в данном центре коммутации;

- **гостевой регистр VLR** (Visited Location Register), предназначенный для фиксации данных об абонентах, посетивших зону обслуживания центра коммутации (временные абоненты);

- **центр аутентификации AVC** (Authentication Center), выполняющий проверки полномочий подвижного абонента и осуществления доступа к сети;

- **центр идентификации оборудования EIR** (Equipment Identity Register), осуществляет обнаружение неисправных устройств и украденных MS.

Аутентификация – процедура подтверждения подлинности (действительности, законности) абонента, сообщения, устройства, массивов данных. Назначение аутентификации – установление подлинности абонента. Претендующего на услуги связи. Самым распространенным методом аутентификации является использование паролей, в качестве которых используются PIN-коды (Personal Identification Number), служащие для активизации MS. Трехкратный неправильный ввод пароля блокирует SIM-карту и работа данной MS запрещается.

Идентификация – процедура установления принадлежности оборудования одной из групп, обладающих определенными свойствами или признаками. Каждая мобильная станция имеет идентификатор оборудования IMET (International Mobile Station Identity). Идентификатор MS содержит: коды изготовителя и места сборки MS, электронный серийный номер. В регистре идентификации оборудования имеются несколько видов списков:

- MS, имеющие право пользоваться сетью;
- MS, имеющие неурегулированные вопросы с сетью (требуют ремонта, имеют задолженности по оплате);
- утерянные или украденные MS.

9.2.3 Процессы установления соединений. На сети устанавливаются следующие виды соединений:

- MS – MS;
- MS – ТфОП;
- ТфОП – MS.

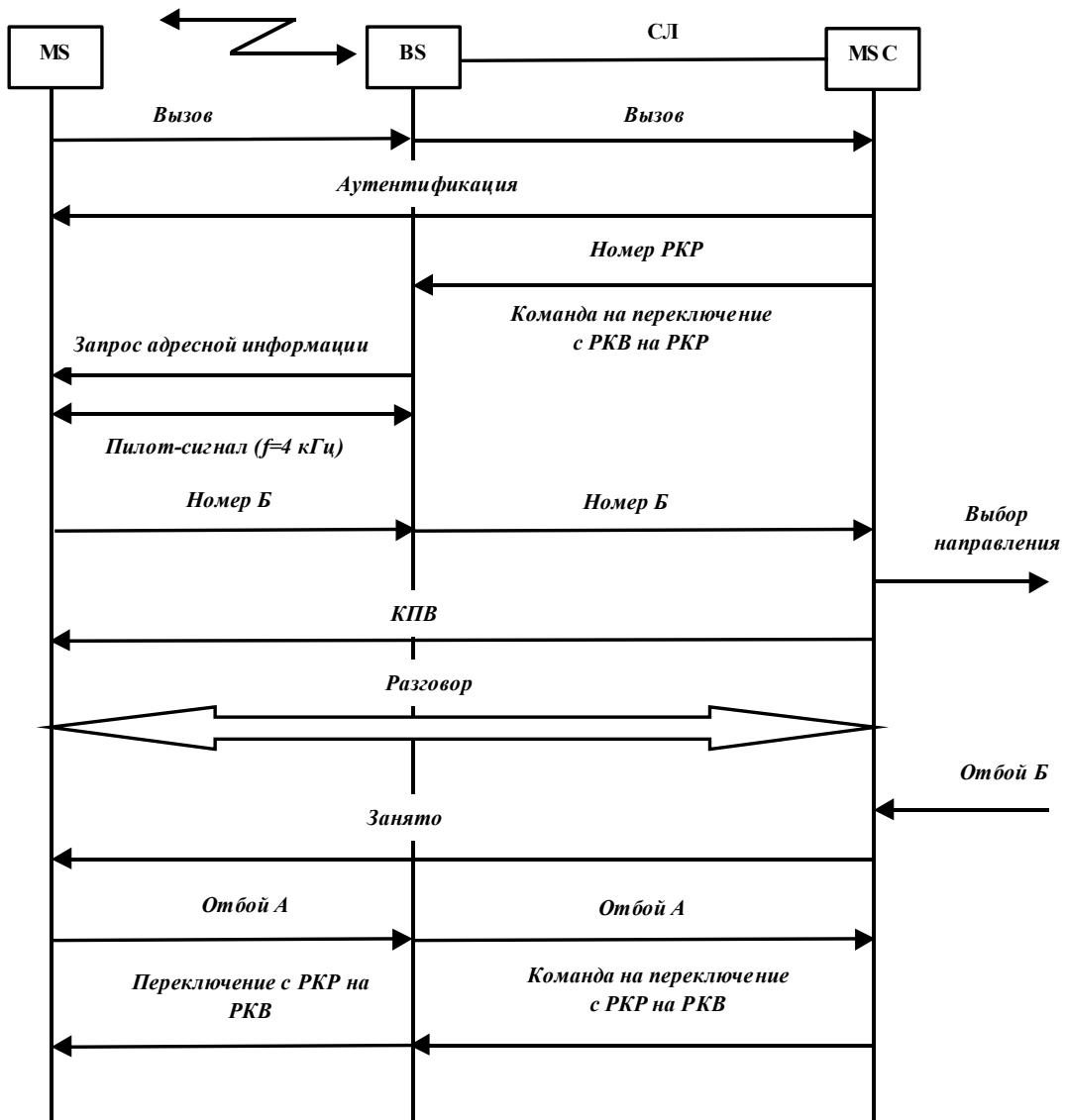
В качестве примера установления соединения на рисунке 9.2 рассмотрено соединение MS – ТфОП.

MS настроена на частоту вызывного радиоканала (РКВ), в качестве которого может использоваться любой свободный канал.

До передачи сигнала вызовазывающий абонент набирает номер, который фиксируется в запоминающем устройстве MS. Затем абонент выдает в РКВ сигнал вызова, нажатием специальной кнопки. Сигнал вызова, через базовую станцию транслируется в центр коммутации, который фиксирует номер вызывающего абонента и производит его аутентификацию.

Центр коммутации закрепляет за абонентом свободный разговорный канал (РКР) и сообщает его номер базовой станции вместе с командой на переключение абонента с РКВ на РКР. После выполнения этой команды базовая станция выдает MS команду на передачу адресной информации и вводит в РКР сигнал для контроля местонахождения (пилот-сигнал, $f=4$ кГц).

MS после получения команды выдает адресную информацию, которая через базовую передается в центр коммутации, где происходит ее анализ и выбор требуемого направления. Центр коммутации выдает на встречную станцию адресную информацию для поиска линии вызываемого абонента. Если линия вызываемого абонента свободна, то обеспечивается подача вызывающему абоненту сигнала КПВ. После ответа вызываемого абонента устанавливается разговорное состояние.



РКВ – вызывной радиоканал

РКР – разговорный радиоканал

Рисунок 9.2 – Диаграмма последовательности установления соединения MS – ТФОП

9.2.4 Методы множественного доступа

Множественный доступ (multiple access) – организация совместного использования ограниченного участка спектра многими пользователями. **Технология множественного доступа** – способ распределения ресурса между каналами.

Основными методами множественного доступа являются:

1) С частотным разделением каналов *FDMA* (Frequency Division Multiple Access). В системах с FDMA каждому пользователю на время сеанса связи выделяется канал с полосой частот Δf_k в пределах общего частотного диапазона системы Δf_p (рисунок 9.3). Возможное число каналов для FDMA-систем определяется по формуле:

$$K = \frac{\Delta f_p}{\Delta f_k}, \quad (9.1)$$

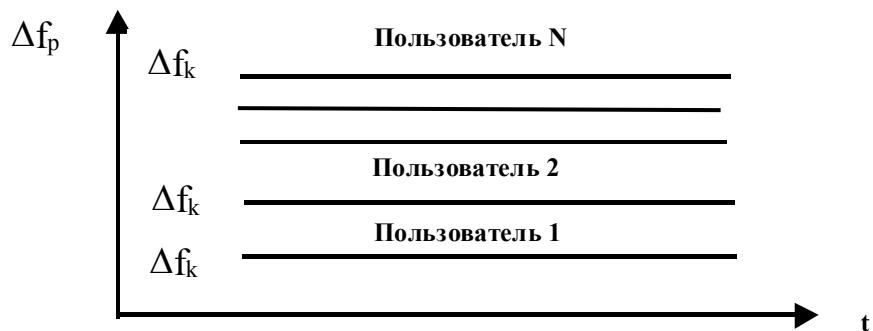


Рисунок 9.3 – Метод частотного разделения каналов FDMA

Метод FDMA используется во всех аналоговых системах сотовой связи (системах первого поколения) - при этом полоса Δf составляет 10...30 кГц. Недостаток FDMA - недостаточно эффективное использование полосы частот.

2) С временным разделением каналов *TDMA* (Time Division Multiple Access). В системах с TDMA каждому пользователю предоставляется канал с полосой Δf_k в течении временного интервала T_k , являющегося частью общего ресурса системы (цикла или кадра системы). В качестве примера на рисунке 9.4 показано разделение частотного канала между тремя пользователями.

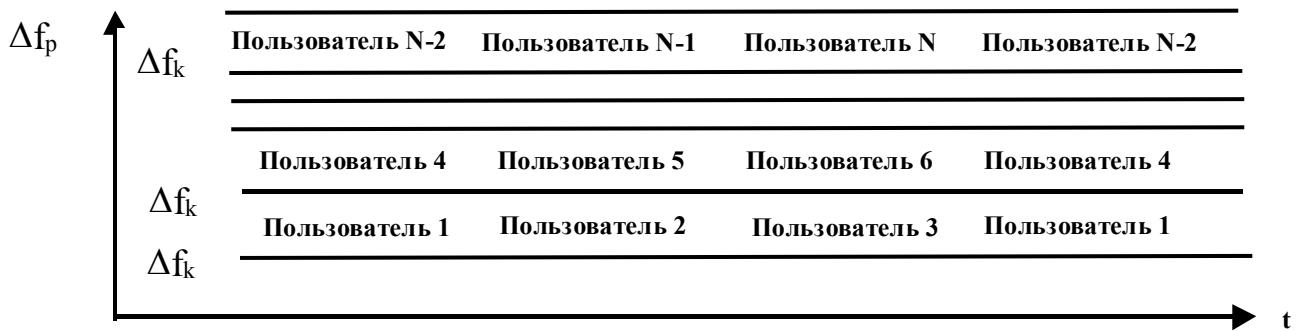


Рисунок 9.4 – Метод временного разделения каналов TDMA

Здесь рассматривается случай не одного, а нескольких частотных каналов, каждый из которых делится во времени между несколькими пользователями.

Следовательно, этот метод использует сочетание метода FDMA с TDMA. Именно такой метод находит практическое применение в цифровых системах сотовой связи. Практическая реализация метода TDMA требует преобразования сигналов в цифровую форму и «сжатия» информации во времени. Цифровая обработка сигналов и метод TDMA используются в стандартах сотовой связи второго поколения D-AMPS, GSM и др. Например, в стандарте *D-AMPS* при сохранении той же полосы частотного канала Δf 10...30 кГц, что и в аналоговом стандарте AMPS, число физических каналов в нем возрастает втрое.

3) *С кодовым разделением каналов CDMA* (Code Division Multiple Access). В системах CDMA группа пользователей (64, 128) имеет доступ к широкой полосе частот (1,25 МГц). Принцип CDMA основан на использовании широкополосных сигналов (ШПС), полоса которых значительно превышает полосу частот, необходимую для обычной передачи сообщений. Сообщения пользователей преобразуются по индивидуальным алгоритмам, что дает возможность их передачи в общем для данной группы пользователей диапазоне частот.

9.2.5 Принцип повторного использования частот ССПС относятся к системам связи с пространственно-разнесенным повторным использованием частот. Идея повторного применения частот заключается в том, что в смежных областях радиопокрытия используются разные полосы разрешенного частотного диапазона, тогда как в сотах, достаточно удаленных друг от друга, допускается передача в одних и тех же частотных каналах.

Возможность подобного частотно-территориального планирования объясняется быстрым пространственным затуханием волн дециметрового диапазона, применяемых в ССПС.

Повторное использование частот позволяет многократно увеличить абонентскую емкость системы без расширения выделенного частотного диапазона.

Группа сот, в пределах которой отсутствует повторное использование частот называется **кластером**.

Для двух базовых станций может быть установлен один и тот же частотный диапазон, если они удалены друг от друга на расстояние, называемое **защитным интервалом**. Соотношение между защитным интервалом и количеством сот в кластере зависит от формы сот, которая определяется способом размещения антенн на базовых станциях и их видом. Оптимальным считается соотношение:

$$C = \frac{D^2}{3R^2}, \quad (9.2)$$

где D – защитный интервал;

R – радиус соты (радиус окружности, описанной вокруг правильного шестиугольника);

C – количество элементов в кластере.

Защитный интервал определяется по формуле:

$$D = R\sqrt{3C}, \quad (9.3)$$

Коэффициент повторного использования частот определяется по формуле:

$$\eta = \frac{1}{C}, \quad (9.4)$$

Соотношение $q = \frac{D}{R} = \sqrt{3C}$ называется **коэффициентом уменьшения соканальных помех**.

Количество элементов в кластере (размер кластера) влияет на величину соканальных помех. При небольшом количестве элементов (например, 3) соты с одинаковыми частотами повторяются часто, поэтому снижена соканальная помехозащищенность. В этом отношении выгодны кластеры с большим числом элементов (на практике до 21). С другой стороны, увеличение элементов в кластере приводит к пропорциональному уменьшению полосы частот, которая может быть использована в соте, а, следовательно, и к уменьшению числа обслуживаемых абонентов.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Каковы достоинства беспроводных сетей?
- 2 На какие виды делятся системы подвижной связи?
- 3 На какие виды делятся ССПС по форме представления сигнала в разговорном канале?
- 4 На какие виды делятся ССПС по диапазону частот?
- 5 На какие виды делятся ССПС по виду множественного доступа?
- 6 Из каких подсистем состоит ССПС?
- 7 Какие функции выполняют подсистемы ССПС?
- 8 Какие базы данных используются при обслуживании вызова в ССПС?
- 9 Что такое аутентификация?
- 10 Что такое идентификация?
- 11 Перечислить основные этапы процесса установления соединения в ССПС.
- 12 Что такое множественный доступ?
- 13 В чем сущность множественного доступа с частотным разделением каналов FDMA?
- 14 В чем сущность множественного доступа с временным разделением каналов TDMA?
- 15 В чем сущность множественного доступа с кодовым разделением каналов CDMA?
- 16 В чем сущность принципа повторного использования частот?
- 17 Чем вызвана необходимость применения повторного использования частот?
- 18 Что такое кластер?
- 19 Что такое защитный интервал?
- 20 Как определяется величина защитного интервала?

10 ОСНОВЫ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

10.1 Сети телеграфной связи

10.1.1 Виды телеграфных сетей

Телеграфная сеть России состоит из следующих коммутируемых сетей [25]:

- 1) **общего пользования ОП**, по которой передаются телеграммы, принятые в городских отделениях связи, районных узлах связи или непосредственно на телеграфных узлах и доставляемые адресатам (учреждениям, предприятиям, частным лицам);
- 2) **абонентского телеграфирования АТ**, для передачи телеграмм или организации телеграфных переговоров между установленными у абонентов этой сети оконечными абонентскими установками;
- 3) **международного абонентского телеграфирования «Телекс»**, по которой передаются телеграммы или организуются телеграфные переговоры между оконечными установками абонентов этой сети, находящихся в нашей стране и за рубежом.

Кроме перечисленных, в состав телеграфной сети страны входит сеть некоммутируемых (арендованных) каналов.

10.1.2 Сеть общего пользования

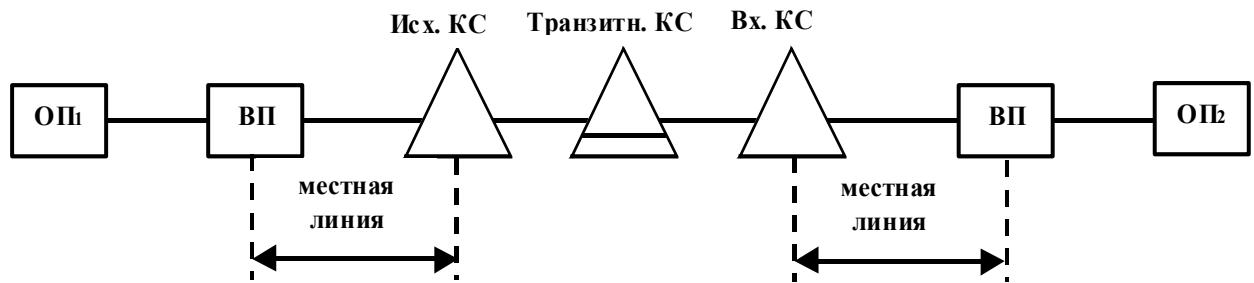
Данная сеть предусматривает организацию по всей стране отделений связи, куда отправители сдают телеграммы и которые обеспечивают доставку телеграмм непосредственно получателю. Телеграмма может быть адресована в любой населенный пункт страны, где есть отделение связи.

Телеграфная сеть на разных этапах развития базировалась на методах коммутации каналов КК и коммутации сообщений КС, а также их комбинаций. Комбинированные сети в зависимости от того, какой метод коммутации играет главную роль, называются сетями с КК+КС или КС+КК.

Построение сети с использованием на всех ее участках коммутации каналов, кроме местного, получило название *прямых соединений ПС* (КК+КС). Этот метод заключается в предоставлении тому или иному отделению связи временного прямого соединения через узлы коммутации каналов с другими отделениями связи. Схема телеграфной связи по системе ПС показана на рисунке 10.1

Телеграфные оконечные пункты ОП подключаются местными соединительными линиями к ближайшим коммутационным системам КС, которые соединяются друг с другом пучками магистральных каналов. Телеграфные аппараты оконечных пунктов подключаются к вызывным приборам ВП, обеспечивающим посылку в КС сигналов вызов, набора номера, отбоя, а также осуществляющим автоматическое включение и выключение телеграфного аппарата в соответствующими сигналами, поступающими от КС. Для передачи телеграммы телеграфист одного ОП набирает на вызывном приборе номер вызываемого ОП, в результате чего коммутационные приборы

КС автоматически устанавливают требуемое соединение каналов между этими пунктами.



КС – коммутационная система

ОП – оконечный пункт

ВП – вызывной прибор

Рисунок 10.1 – Структурная схема системы ПС

Для образования прямого телеграфного канала междузывающим и вызываемым ОП необходимо наличие свободных магистральных каналов между всеми узлами, участвующими в этом соединении, а также свободной местной линии между последней КС и вызываемым пунктом. Для уменьшения количества отказов в случае отсутствия свободных каналов в требуемом направлении система ПС по принципу построения является комбинированной: на магистральном участке она построена по принципу коммутации каналов, а на местном участке осуществляет прием, основанный на методе коммутации сообщений.

В отличие от сети, построенной по принципу коммутация каналов/коммутация сообщений, в которой КС работают по методу коммутации каналов, в сети, построенной по принципу коммутация сообщений/коммутация каналов, основные КС (транзитные и часть окончательных) работают по методу коммутации сообщений, а ОП служат в качестве концентраторов нагрузки для КС.

В перспективе на сети ОП будут использоваться только методы, основанные на коммутации с накоплением информации (коммутация сообщений и коммутации пакетов).

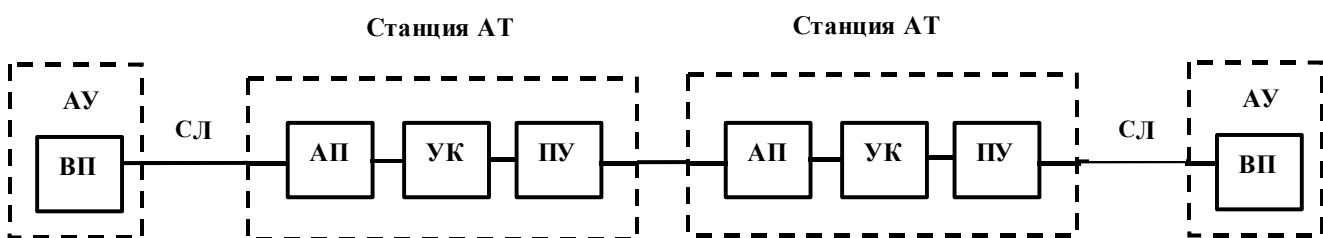
10.1.3 Сеть абонентского телеграфирования

Телеграфная связь ОП не в полной мере удовлетворяет запросы предприятий и учреждений, нуждающихся в оперативной связи с получением незамедлительных обратных сообщений. Телеграммы, как правило, накапливаются, прежде чем курьер предприятий получает их в отделении связи. Данный недостаток отсутствует в системе абонентского телеграфирования АТ, в основу которого положен принцип максимального приближения услуг телеграфа к предприятиям и учреждениям. Это достигается установкой окончательных телеграфных аппаратов непосредственно в предприятиях и учреждениях. Предприятие, имеющее такой аппарат,

включенный через соединительную линию в КС сети АТ, становится абонентом этой сети, которому предоставляются возможности:

- получения по немедленной системе соединения с любым другим абонентом этой сети и ведения с ним телеграфного переговора в режиме поочередной двухсторонней связи;
- передача другим абонентам сети АТ независимо от присутствия обслуживающего персонала у приемного аппарата;
- соединения со станционным аппаратом своего узла коммутации для передачи сообщения абонентам, не включенным в сеть АТ (например, абонентам сети ПС);
- приема информации, поступившей от абонента от другой сети через местный узел коммутации.

Структурная схема сети абонентского телеграфирования приведена на рисунке 10..2.



АУ – абонентская установка

ВП – вызывной прибор

СЛ – соединительные линии

Рисунок 10.2 – Структурная схема сети абонентского телеграфирования

Оборудование оконечной установки АУ сети АТ аналогично оборудованию оконечного пункта сети ПС, а качестве оконечных абонентских установок применялись рулонные аппараты, а в последнее время персональные компьютеры с адаптерами. В состав аппарата входит устройство автоответа, позволяющее принимать сообщение в случае отсутствия абонента. Вызывной прибор ВП позволяет производить вызов станции АТ и автоматическое включение аппарата по команде станции АТ. Вызов станции АТ производится нажатием кнопки «вызов» на ВП. Аппаратура абонентской панели АП регистрирует сигнал вызова, и устройство коммутации УК приводится в состояние готовности приема адресного блока (в сети АТ – импульсы набора номера). При этом на ВП посылается сигнал «разрешение набора номера». Кроме АП и УК в состав оборудования станции АТ входит переходное устройство ПУ, обеспечивающее подключение к центру междугородных каналов. После установления соединения с требуемым абонентом сообщение передается от одной абонентской установки к другой.

Разновидность АТ – международный абонентский телеграф Телекс, предназначенный для обеспечения документальной связью абонентов, передающих сообщения в другие страны.

Главными направлениями технического развития телеграфной связи являются:

- сохранение традиционных телеграфных служб, спрос на услуги которых хотя и будет уменьшаться, но сохранится в обозримом будущем;
- оптимизация структуры сети транзитных центров коммутации сообщений;
- объединение сетей АТ и Телекс;
- модернизация и замена коммутационного оборудования телеграфных сетей.

10.2 Принципы организации факсимильной связи

10.2.1 Принцип факсимильной передачи сообщений

Факсимильная связь предназначена для передачи неподвижных изображений.

Передаваемое изображение – оригинал, разбивается на элементарные площадки. Яркость этих площадок при отражении (или пропускании) падающего на них светового потока преобразуется в электрические импульсы, которые в определенной последовательности передаются по каналу связи. На приеме эти электрические сигналы в той же последовательности преобразуются в соответствующие элементы изображения на каком-либо носителе записи. В результате получается копия изображения (факсимиле). Структурная схема факсимильной связи показана на рисунке 10.3.

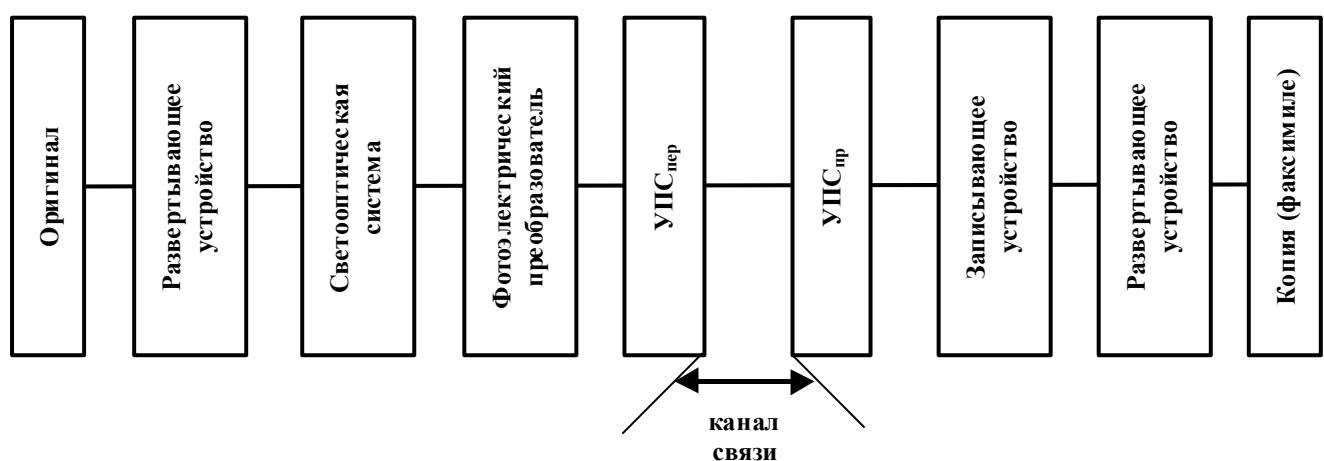


Рисунок 10.3 – Структурная схема факсимильной связи

Любое изображение можно рассматривать как совокупность большого числа элементов, способных в различной степени отражать падающий на них свет. Образование элементарных площадок (растр-элементов) происходит за счет перемещения по поверхности изображения светового луча, создаваемого светооптической системой. Процесс перемещения луча называется разверткой, в результате действия которой изображение разбивается на строки. Отраженный световой поток попадает на фотоэлектрический преобразователь, выходной электрический сигнал которого повторяет форму входного светового

сигнала. Узлы передающей аппаратуры, обеспечивающие развертку изображения и фотоэлектрическое преобразование, объединяются в группу анализирующих устройств.

В приемном аппарате осуществляется обратное преобразование переданных электрических сигналов в той же последовательности, что и на передаче. Соответствующие электрические (или преобразованные световые) сигналы вызывают окрашивание элементарных площадок на поверхности носителя записи. В результате записанное построчно изображение - копия переданного. Совокупность устройств, осуществляющих эти преобразования, объединяется в группу синтезирующих устройств.

Какое бы изображение не передавалось по каналу связи, сигнал на выходе фотоэлектрического преобразователя является аналоговым, т.е. непрерывным по уровню и времени видеосигналом. В аналоговых аппаратах факсимильной связи этот сигнал после усиления переносится в область высоких частот и непосредственно передается в линию связи.

В цифровых факсимильных системах аналоговый сигнал подвергается квантованию, дискретизации по времени и кодированию. После этих преобразований цифровой сигнал по своей структуре ничем не отличается от аналогичных сигналов систем передачи данных. Современные факсимильные аппараты - как правило, цифровые.

10.2.2 Организация факсимильной связи

По принципам предоставления услуг организация служб факсимильной связи осуществляется по двум, традиционным для телеграфной связи - клиентские и абонентские. К клиентской службе относится служба Бюрофакс, к наиболее ярким представителям абонентской службы – Телефакс.

Традиционные абонентские установки телефаксы характеризуются следующими недостатками:

- подверженность значительному механическому износу;
- сложность отправления документов большому числу адресатов;
- неэффективное использование термобумаги.

Рост объема информации, передаваемой пользователями, вызвал у многих из них заинтересованность в использовании не только простых автономных телефонов, выполняющих ограниченное, строго определенное число функций, но и более совершенных систем, которые позволяют автоматизировать процесс приема, обработки и рассылки факсимильных сообщений и исключить отмеченные выше недостатки. Реализация таких систем возможна только на основе персональных компьютеров. Первая компьютерная факсимильная плата была создана в 1985 г. фирмой GammaLink. Это позволило подключить телефонную линию непосредственно к компьютеру и превратить его в мощный и многофункциональный телефон. Сегодня компьютерные факсимильные платы выпускает огромное количество производителей. Их продукция, различающаяся по некоторым функциональным возможностям, служит одной цели – автоматизации процесса передачи, приема и распределения факсимильных сообщений, обмен которыми происходит по обычным

телефонным линиям. Системы на базе ПК с применением таких плат обладают рядом преимуществ перед обычными факсимильными аппаратами:

- удобство использования – интеграция ПК с телефонной сетью и наделение его возможностями телефакса позволяет пользователям получать, обрабатывать и отправлять факсимильные сообщения, не отрываясь от своих компьютеров;
- эффективное применение телефонных линий – факсимильная система, строящаяся на базе ПК, обеспечивает эффективный обмен информацией по малому числу телефонных линий, заменяя собой множество автономных телефонов, для каждого из которых требуется отдельная линия;
- высокое качество передаваемого изображения.

Кроме того, применение ПК для управления работой факсимильных карт позволяет реализовать множество полезных и удобных приложений. Наиболее распространены такие приложения (службы), как факс-сервер, факс по запросу и факс-рассылка. Применение *факс-сервера* сводит к минимуму временные и материальные затраты при приеме и передаче факсимильных сообщений. *Факс по запросу* позволяет автоматизировать процесс предоставления абонентам часто запрашиваемых документов. *Факс-рассылка* значительно упрощает работу персонала при рассылке большого количества разных документов большому числу адресатов.

10.2.3 Клиентская служба Бюрофакс

Данная служба предназначена, в первую очередь, для предоставления услуг факсимильной связи потребителям, не имеющим собственных факсимильных аппаратов. Служба Бюрофакс обеспечивает передачу, прием и доставку сообщений с помощью факсимильного терминального оборудования, располагаемого в так называемых «бюро общего пользования». Базой для создания предприятиями телеграфной связи службы Бюрофакс являются существующая служба доставки телеграмм и разветвленная сеть отделений связи, в которых предоставляются телеграфные услуги и которые могут быть использованы для развертывания факсимильных «бюро общего пользования».

Служба Бюрофакс предоставляет для потребителей следующие услуги:

- подачу документов для отправки через операционное окно передающего отделения связи;
- подачу документа с факсимильной установки отправителя;
- доставку факсимильного сообщения адресату (получателю) доставщиком;
- доставку факсимильного сообщения получателя средствами электросвязи на факсимильную установку;
- выдачу факсимильного сообщения получателю по предварительному уведомлению, переданному средствами почты или электросвязи (по телефону, на абонентскую установку АТ/Телекс).

Способ доставки сообщения получателю определяется отправителем.

10.3 Система Видеотекс

10.3.1 Характеристика и услуги службы Видеотекс

Интерактивная (диалоговая) служба Видеотекс относится к так называемым службам доступа к информационным ресурсам. Эти службы предоставляют услугу, с помощью которой абоненты получают доступ к различным базам данных. Используя ПК, абоненты служб могут оперативно знакомиться с новостями коммерческой, справочной информации, в том числе необходимой для использования службами документальной электросвязи. Кроме этого службы такого рода должны обеспечивать абонентам возможность распространения своей информации среди других абонентов (всех или заданной группы) посредством услуги «Доска объявлений». Службы доступа к информационным ресурсам могут базироваться на технических средствах и транспортной системе службы электронной почты. Они обеспечиваются не только средствами электросвязи, но и информационными системами. Отсюда следует, что создание таких служб должно осуществляться предприятиями связи совместно с различными предприятиями - поставщиками информации.

Служба Видеотекс обладает следующими характеристиками:

- информация представляется в буквенно-цифровой и/или графической форме;
- информация хранится в базах данных в виде страниц, состоящих из одного или нескольких кадров. (*Кадр* - это сообщение, которое выводится на экран в виде единого целого по команде абонента в результате одной операции с окончной установки, это сообщение может занимать всю площадь экрана или ее часть);
- передача информации между базой данных и абонентами осуществляется через телекоммуникационные сети;
- визуальная информация воспроизводится телевизором или другим устройством визуального отображения;
- доступ к базам данных осуществляется абонентом в форме диалога с помощью меню;
- простота в эксплуатации для широкой публики и доступна для потребителей;
- дает абонентам возможность для формирования и модификации информации в базах данных;
- дает возможность поставщикам информации создавать и управлять базами данных, а также создавать замкнутые группы абонентов;
- время между окончанием запроса и получением кадра не превышает 30 с.

Основная услуга системы Видеотекс – информация: последние известия, биржевые сводки, расписание, прейскуранты и т.п. Кроме этого служба Видеотекс предоставляет следующие услуги:

- *Транзакция* – ввод или модификация абонентами информации, хранящейся в базе данных. Для доступа к таким услугам требуется выполнение специальных процедур, в том числе процедур подтверждения

права доступа (типичные транзакции – заказ товаров, оплата счетов, резервирование мест в ресторанах и билетов и т.п.).

- *Передача программ* – загрузка программ и/или данных из баз данных в терминал абонента для их использования в терминале.

- *Передача сообщений* – связь абонентов друг с другом путем накопления сообщений в общедоступной базе данных («почтовом ящике»). Накопленные сообщения передаются абоненту – адресату по его запросу или доставляются автоматически.

- *Обмен сообщениями между окончными установками* – передача и прием абонентами сообщений в диалоговом режиме. Это не исключает возможность непосредственного обмена сообщениями между окончными установками с использованием существующих сетей.

- *Обработка данных* – обработка и использование абонентами памяти и производительности программно-технических средств банков данных для обработки информации абонентов.

- *Организация конференции* – обмен сообщениями группы пользователей в диалоговом режиме с использованием функций маршрутизации и коммутации. Эта услуга не исключает непосредственный обмен сообщениями между двумя терминалами;

- *Предоставление статистических сведений* – возможность получения поставщиком информации сведений о его информации, например, о ее популярности т.п.

- *Предоставление информации о счетах* – возможность оперативного получения абонентом и поставщиком информации сведений о стоимости услуг.

- *Взаимодействие с другими телематическими службами* – доступ абонентов к услугам и/или абонентам других телематических служб, и наоборот.

10.3.2 Построение системы Видеотекст

Построение системы Видеотекс. Служба базируется на системе Видеотекс - совокупности аппаратных и программных средств, необходимых для реализации службы Видеотекс. К ним относятся:

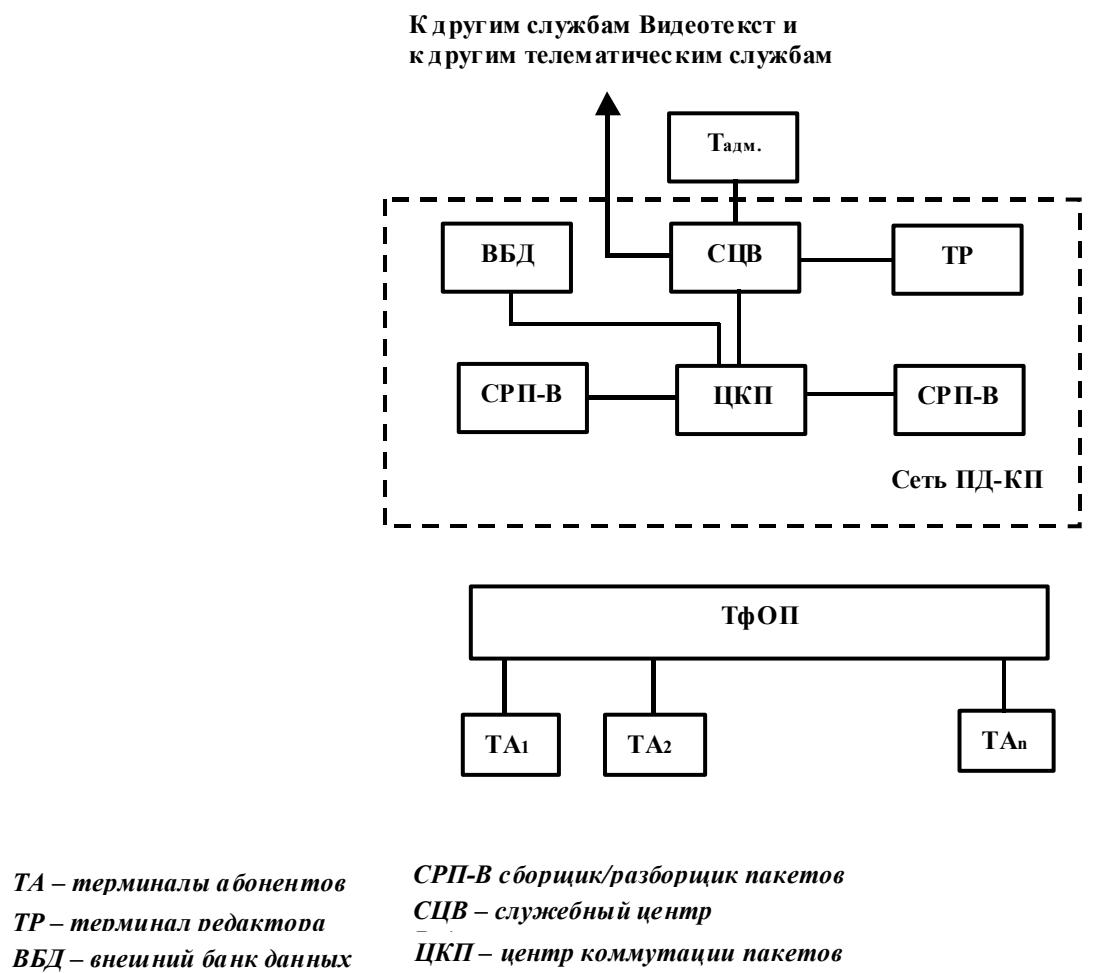
- терминалы пользователей и поставщиков информации;
- банки данных;
- служебный центр Видеотекс;
- центр сопряжения;
- телекоммуникационные сети.

Структурная схема системы Видеотекс представлена на рисунке 10.4.

Терминал абонента является наиболее массовым программно-техническим средством службы Видеотекс и обеспечивает выполнение следующих функций:

- установление соединения по сети электросвязи со служебным центром Видеотекс;
- отображение запрашиваемой информации на экране дисплея (телефизора);
- диалоговое взаимодействие со служебным центром Видеотекс в процессе поиска информации;

- сохранение принятых кадров в оперативной памяти терминала.



ТА – терминалы абонентов

ТР – терминал редактора

ВБД – внешний банк данных

СРП-В сборщик/разборщик пакетов

СЦВ – служебный центр

ЦКП – центр коммутации пакетов

Рисунок 10.4 – Структурная схема системы Видеотекс

Терминалы пользователей системы Видеотекс подключаются к коммутируемой телефонной сети через двухпроводную абонентскую линию местной телефонной сети на правах обычного абонента.

Банк данных службы Видеотекс представляет совокупность баз данных, технических и программных средств (систем) управления ими. Банк данных обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- комплектование баз данных информацией;
- обновление информационного состава баз данных;
- распределение запросов абонентов по отдельным банкам;

Под базой данных в системе Видеотекс понимается совокупность взаимосвязанных данных, хранимых в банке данных и предназначенных для хранения информации абонентов и обеспечения средств доступа к ней по запросам, поступающим от абонентов. Информация в базе данных представлена в виде кадров, которые объединяются в иерархическую совокупность страниц.

Служебный центр Видеотекс СЦВ является ядром службы и выполняет следующие функции:

- определение правомочности доступа абонентов и поставщиков к базам данных;

- организация замкнутых групп абонентов;
- контроль за проведением расчетов с абонентами и поставщиками информации;
- ведение собственной базы данных;
- осуществление функций администратора службы.

Служебный центр Видеотекса подключается на правах абонента к сети передачи данных с коммутацией пакетов или к коммутируемой телефонной сети пучком абонентских линий (в зависимости от нагрузки на правах обычных абонентов или абонентов с серийным выбором).

Центр сопряжения предназначен для сопряжения системы Видеотекс с внешними банками данных и другими системами Видеотекс. Он выполняет функции перекодирования синтаксиса данных, прикладных процессов и служебных функций, а также адаптации терминалов и прикладных процессов для служб Видеотекс, использующих различные протоколы.

Для передачи информации в службе Видеотекс используются технические средства телекоммуникационных сетей: линии, каналы, станции коммутации и другие. Служба Видеотекс предусматривает использование главным образом коммутируемой телефонной сети общего пользования, сети передачи данных с коммутацией пакетов, а также в меньшей степени арендованных каналов. Сеть передачи данных с коммутацией пакетов может быть эффективно использована в системе Видеотекс как для доступа удаленных терминалов к служебному центру из коммутируемой телефонной сети через сборщик-разборщик пакетов, так и для подключения внешних банков данных.

10.4 Сети передачи данных

10.4.1 Классификация компьютерных сетей

Компьютерные сети, называемые также вычислительными сетями, или сетями передачи данных, являются логическим результатом эволюции двух важнейших научно-технических отраслей современной цивилизации – компьютерных и информационных технологий. С одной стороны, сети представляют собой частный случай распределенных вычислительных систем, в которых группа компьютеров согласованно выполняет набор взаимосвязанных задач, обмениваясь данными в автоматическом режиме. С другой стороны, компьютерные сети могут рассматриваться как средство передачи информации на большие расстояния, для чего в них применяются методы кодирования и мультиплексирования данных, получивших развитие в различных телекоммуникационных системах [33].

Все многообразие компьютерных сетей можно классифицировать по нескольким основным признакам. Классификация компьютерных сетей представлена в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Классификация компьютерных сетей

Классификационный признак	Тип сети
Территориальная распространенность	<ul style="list-style-type: none"> • локальные – сети, перекрывающие территорию не более 10 км² • региональные – сети, расположенные на территории города или области • глобальные - сети, расположенные на территории государства или группы
Ведомственная принадлежность	<ul style="list-style-type: none"> • ведомственные сети - сети, принадлежащие одной организации и находящиеся на ее территории (например, локальная сеть одного предприятия) • государственные сети - сети, используемые в государственных структурах
Скорость передачи информации	<ul style="list-style-type: none"> • низкоскоростные • среднескоростные • высокоскоростные
Тип среды передачи (определяет основные отличия в принципах построения сетей)	<ul style="list-style-type: none"> • сети коаксиальные • сети на витой паре • оптоволоконные сети • сети с передачей информации по радиоканалам и др.

Компьютеры, включаемые в компьютерные сети, выполняют функции либо серверов, либо рабочих станций. Серверы - это достаточно мощные ЭВМ, предоставляющие свои ресурсы менее мощным машинам, выполняющим роль рабочих станций. В качестве последних используются персональные компьютеры. Серверы различают по основным функциям, которые они выполняют: файловые, печати, приложений и т.д. Файловый сервер служит для хранения файлов и предоставления их для использования рабочим станциям сети. Сервер печати производит функции сетевой печати. На сервере приложений выполняются задачи, которые могут быть запущены с любой рабочей станции, имеющей доступ к данному серверу.

Если компьютеры находятся на территории одного предприятия (организации) и включены в одну локальную сеть, то рабочие станции подключаются к серверам через сетевое оборудование локальных сетей. Компьютеры, подключенные к разным локальным сетям, удаленным друг от друга на существенное расстояние, соединяются с использованием средств региональных или глобальных компьютерных сетей. Возможен доступ к серверам локальных сетей с использованием сетей связи общего пользования, например, телефонной или региональных (глобальных) сетей передачи данных.

10.4.2 Локальные сети

Локальная компьютерная сеть – это распределенная коммуникационно-информационная система, система, сосредоточенная на небольшой территории, реализованная на базе компьютеров и другого сетевого оборудования, объединенного с помощью высокоскоростной кабельной магистрали или беспроводных радиоканалов [35].

К локальной компьютерной сети могут подключаться следующие устройства: ЭВМ (персональные компьютеры), терминалы, сетевые устройства внешней памяти, сетевые печатающие устройства, графопостроители, фотокопировальные устройства, контрольное и управляющее оборудование, телефоны, телекамеры и мониторы, шлюзы и мосты (переходные устройства к другим сетям).

Локальная сеть предназначена обеспечить пользователям:

- совместное использование ресурсов всех компьютеров;
- возможности распределенных вычислений и обработку данных, что значительно повышает производительность всей системы;
- эффективный доступ к сетевой информации;
- быстрое и качественное решение производственных вопросов (поддержку систем принятия решений, документооборота, электронной почты и т. п.).

Классификация локальных компьютерных сетей представлена в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Классификация локальных компьютерных сетей

Классификационный признак	Тип сети
Назначение	<ul style="list-style-type: none">• сети терминального обслуживания, в которые включаются ЭВМ и периферийное оборудование, используемое в монопольном режиме компьютером, к которому оно подключается• сети, на базе которых построены системы управления производством и учрежденческой деятельностью• сети, которые объединяют системы автоматизации проектирования• сети, на базе которых построены распределенные вычислительные системы
Структура	<ul style="list-style-type: none">• кольцевые• шинные• звездообразные• древовидные
Метод доступа	<ul style="list-style-type: none">• случайные• пропорциональные• гибридные

Продолжение таблицы 10.2

Тип физической среды	<ul style="list-style-type: none"> • витая пара • коаксиальный кабель • оптический кабель • радиоканал
----------------------	--

Для соединения компьютеров в сети определяют конфигурацию физических связей, или топологии. Под **топологией сети** понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети (например, компьютеры) и коммуникационное оборудование (например, маршрутизаторы), а ребрам – электрические и информационные связи между ними [32].

Число возможных конфигураций резко возрастает при увеличении числа связываемых устройств.

Структура основных топологий локальных сетей показана на рисунке 10.5.

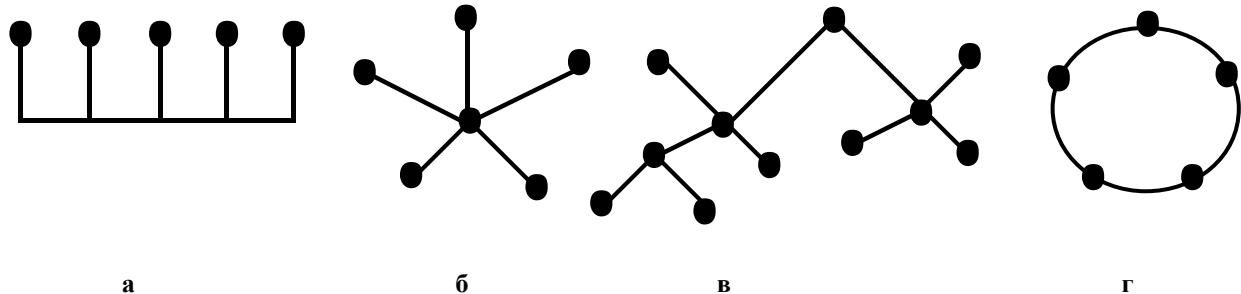


Рисунок 10.5 – Основные топологии локальных сетей

Структура **типа «шина»** (рисунок 10.5, а) проще и экономичнее, так как для нее не требуется дополнительное устройство и расходуется меньше кабеля. Но она очень чувствительна к неисправностям кабельной системы. Если кабель поврежден хотя бы в одном месте, то возникают проблемы для всей сети. Место неисправности трудно обнаружить.

Структура **типа «звезда»** (рисунок 10.5, б) более устойчива к неисправностям. Поврежденный кабель – проблема для одного конкретного компьютера, на работе сети в целом это не сказывается. Не требуется усилий по локализации неисправности. Недостаток данной структуры – более высокая стоимость сетевого оборудования из-за необходимости приобретения специализированного центрального устройства. Структура, образованная путем иерархического соединения нескольких центральных устройств структур типа «звезда», получила название **древовидной структуры** (рисунок 10.5, в).

В сети, имеющей структуру **типа «кольцо»**, (рисунок 10.5, г) информация передается по кольцу от одного компьютера к другому по кольцу. Главным достоинством кольца является то, что оно по своей природе обладает свойством резервирования связей: любая пара узлов соединена здесь двумя путями – по часовой стрелке и против нее. Кольцо представляет собой удобную

конфигурацию и для организации обратной связи – данные, сделав полные оборот, возвращаются к узлу-источнику.

10.4.3 Телефонная связь в локальной сети

Телефонную связь, реализованную на базе протокола TCP/IP (Transmission Control Protocol/internet Protocol), называют IP-телефонией, а реализацию IP-телефонии в локальной компьютерной сети - LAN-телефонией.

Цель LAN (Local Area Network) – телефонии заключается в организации телефонной связи внутри предприятия, оснащенного такой сетью. Эта технология позволяет осуществлять передачу речи с помощью IP-протокола, не нуждаясь в традиционной телефонной инфраструктуре. Благодаря этому корпоративная сеть, которая ранее строилась на базе ведомственных АТС, может передать свои функции локальной компьютерной сети предприятия.

В качестве терминального оборудования LAN-телефонии могут использоваться Ethernet-телефоны, телефонные шлюзы и обычные ПК с подключенными звуковой картой, наушниками и микрофоном LAN-телефонии. Ethernet-телефон по внешнему виду напоминает обычный телефонный аппарат, у которого вместо разъема, предназначенного для подключения стандартного телефонного кабеля, имеется разъем для подключения к LAN на базе коаксиального кабеля при разъеме для подключения к сети на базе витой пары. В Ethernet-телефоне, как и в обычном телефонном аппарате, выполняется преобразование звукового колебания в электрические сигналы, а затем аналого-цифровое преобразование, разбитие оцифрованной речевой информации на пакеты и их передача. Если ПК выступает в роли абонентского терминала, он должен иметь соответствующее аппаратное и программное обеспечение. Аппаратная часть – это сетевая и звуковая платы, наушники и микрофон. Программная часть – программа, поддерживающая телефонную связь посредством IP-сети и протокол H.323. Структурная схема LAN-телефонии показана на рисунке 10.6.

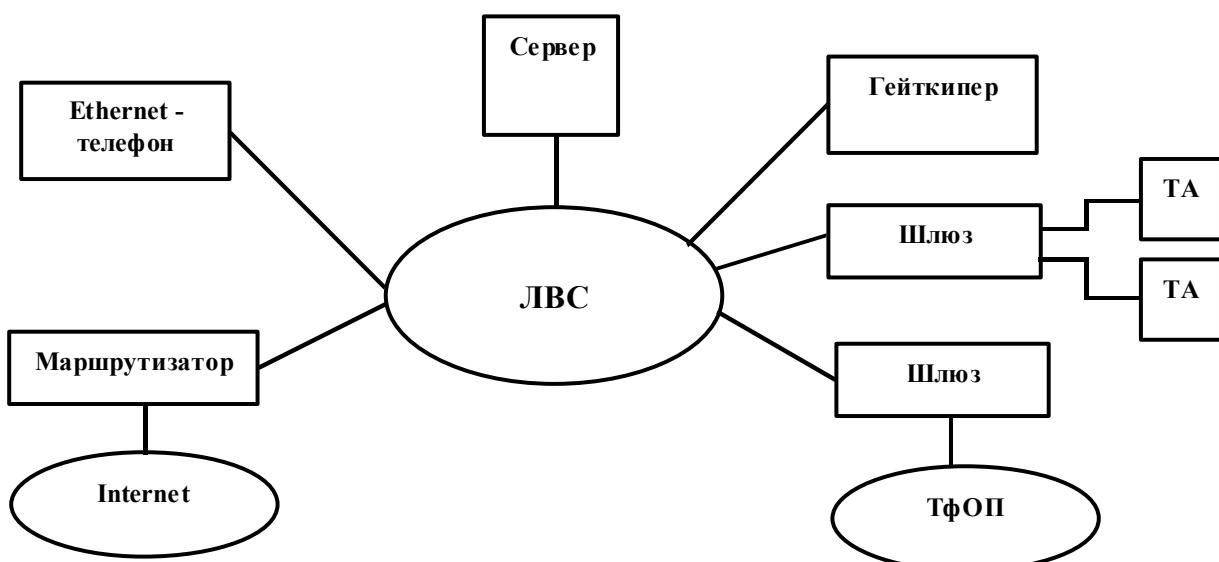


Рисунок 10.6 – Структурная схема LAN-телефонии

Телефонный шлюз – это устройство, осуществляющее обмен речевыми сообщениями между LAN и стандартной телефонной сетью. В шлюзе речевая информация, передающаяся по LAN, извлекается из пакетов, декодируется и приводится к виду, используемого в телефонной сети. Подключаемое к шлюзу оборудование может быть аналоговым или цифровым. При подключении к шлюзу стандартных аналоговых телефонных аппаратов шлюз эмулирует для этих аппаратов стандартные сигналы АТС. При подключении аналоговой телефонной станции шлюз выполняет работу обычного абонентского терминала. К шлюзу может быть подключена АТС через цифровую линию связи, поддерживающую до 30 телефонных соединений одновременно.

Главным управляющим устройством LAN-телефонии является компьютер с серверной программой, называемой **гейткипером** или **администратором вызовов**. В его задачи входит сопоставление телефонного номера абонента с текущим IP-адресом его терминала, а также предоставление возможных услуг - переадресации, определение номера вызывающего абонента, поддержание соединения и т. д.

Важной компонентой сети LAN-телефонии является **сервер**. В его функции входит автоматическая конфигурация протокола TCP/IP для новых устройств, подключенных к локальной сети, т.е. присвоение им IP-адресов, адреса шлюза и остальных параметров, необходимых для функционирования сети. Это позволяет подключить Ethernet-телефон в любое свободное гнездо в произвольном месте локальной сети и тут же вызывать с него или принимать вызовы. Для каждого телефона существует идентификатор, по которому гейткипер находит его в сети, несмотря на возможные изменения IP-адреса. Это удобно для служащих, меняющих свое рабочее место в течение рабочего дня.

Процесс установления соединения происходит следующим образом. Когда на терминале (телефоне или компьютере) набирается номер вызываемого абонента, терминал обращается по сети к гейткиперу. Тот в свою очередь идентифицирует вызывающего абонента по его IP-адресу и паролю в своей базе данных. Если доступ к требуемому номеру разрешен с этого терминала, то гейткипер определяет IP-адрес вызываемого абонента и направляет ему вызов. Если же вызов адресован абоненту стандартной телефонной сети, то он направляется на соответствующий телефонный шлюз. После установления связи с терминалом или шлюзом, гейткипер не участвует в обмене речевой информацией между терминалами, но в это время он ведет журнал учета вызовов и прочих событий. При разрыве соединения фиксируется длительность разговора.

Если сеть предприятия подключена к Интернету, то появляется возможность использовать ее для соединений на дальнее расстояние через глобальную IP-сеть. Для этого собеседник должен быть подключен к IP-телефонии. Он может быть и с обычным телефоном, если поблизости от него функционирует шлюз, совместимость со стандартом H.323, который имеет выход на городскую телефонную сеть.

10.4.4 Глобальная связь в глобальной сети Интернет

Региональные и глобальные компьютерные сети, предназначенные в основном для передачи данных, уже начинают использоваться для передачи речи. Наиболее привлекательна с этой точки зрения глобальная компьютерная сеть Интернет, представляющая собой совокупность локальных сетей и хост-компьютеров (серверы), связанных между собой спутниковыми и радиоканалами, обычными телефонными сетями и ISDN. Их объединяет то, что все они используют стандартный комплекс протоколов Интернет TCP/IP.

В компьютерной сети Интернет, для того чтобы осуществить связь, пользователи двух компьютеров должны соединиться со своим провайдером, запустить программное обеспечение, например Internet Phone (Интернет-Телефон), и найти необходимого абонента в списке активных пользователей, также использующих эту программу. Оба компьютера должны быть включены и на них загружено одинаковое ПО. Конечно, такую передачу речи нельзя назвать в полной мере телефонной связью. Это связь между абонентами Интернета, обладающими компьютерами. Распространению технологии телефонной связи по компьютерным сетям может способствовать возможность разговаривать пользователям, имеющим в своем распоряжении не только компьютеры, но и обычные телефоны. Для этого принимаются специальные шлюзы, реализующие связь Интернета и телефонных сетей

Функция шлюза – это компрессия (сжатие), аналого-цифровое преобразование сигнала и разбиение его на IP-пакеты, а также выполнение обратного процесса. Шлюзы подключаются с одной стороны к телефонной сети, а с другой – к Интернету. При вызове с телефона на компьютер вызов передается через телефонную сеть на шлюз. Затем шлюз посыпает вызов компьютеру, сжимая и упаковывая телефонный сигнал в пакеты для передачи по IP-сети. Если на обоих концах линии установлены телефоны, то речевой сигнал первого абонента посыпается по телефонной сети на ближайший шлюз, где разбивается на IP-пакеты, а затем передается по Интернету на второй шлюз, ближайший ко второму абоненту. Этот шлюз принимает пакеты, восстанавливает из них исходный сигнал и посыпает его по телефонной сети вызываемому абоненту.

10.5 Интеграция услуг документальной электросвязи

10.5.1 Единая система документальной электросвязи (ЕСДЭС)

Наличие многочисленных служб документальной электросвязи (ПД, телеграфные, факсимильные, телетекст, видеотекст, голосовая почта и др.) делает весьма актуальной задачу обмена сообщениями между потребителями различных служб.

Интеграция услуг позволит предприятиям электросвязи сохранить в сфере своего обслуживания абонентов сети АТ/Телекс, которых не удовлетворяет уровень традиционных телеграфных услуг, и обеспечит возможность постепенного перевода такой услуги, как «Телеграмма», на

современную техническую базу, например на основе использования служб Бюрофакс или Электронная почта.

Интеграция услуг предполагает:

- передачу сообщений с абонентских телеграфных установок абонентской сети АТ/Телекс на абонентские установки служб электронной почты и факсимильной связи, а также в службу Бюрофакс для последующей доставки адресату;
- доступ с абонентских установок сети АТ/Телекс информационным ресурсам различных баз данных;
- передачу сообщений с абонентских установок службы электронной почты на абонентские телеграфные установки сети АТ/Телекс, в службы Телеграмма и Бюрофакс для последующей доставки адресату, а также на факсимильные службы абонентов факсимильной службы.

Интеграция услуг позволит расширить номенклатуру и обеспечить комплексное представление в отделениях электросвязи клиентских услуг документальной электросвязи. При этом кроме приема телеграмм будут обеспечиваться услуги службы Бюрофакс, доступ к услугам электронной почты и службы Телекс. Доставка принятых сообщений будет осуществляться доставщиками по телефону, почтой или на терминал адресата.

Создание и развитие новых служб документальной электросвязи и интеграция услуг - основа создания на базе предприятий электросвязи, являющихся операторами телеграфной связи, *единой системы документальной электросвязи (ЕСДЭС) общего пользования*.

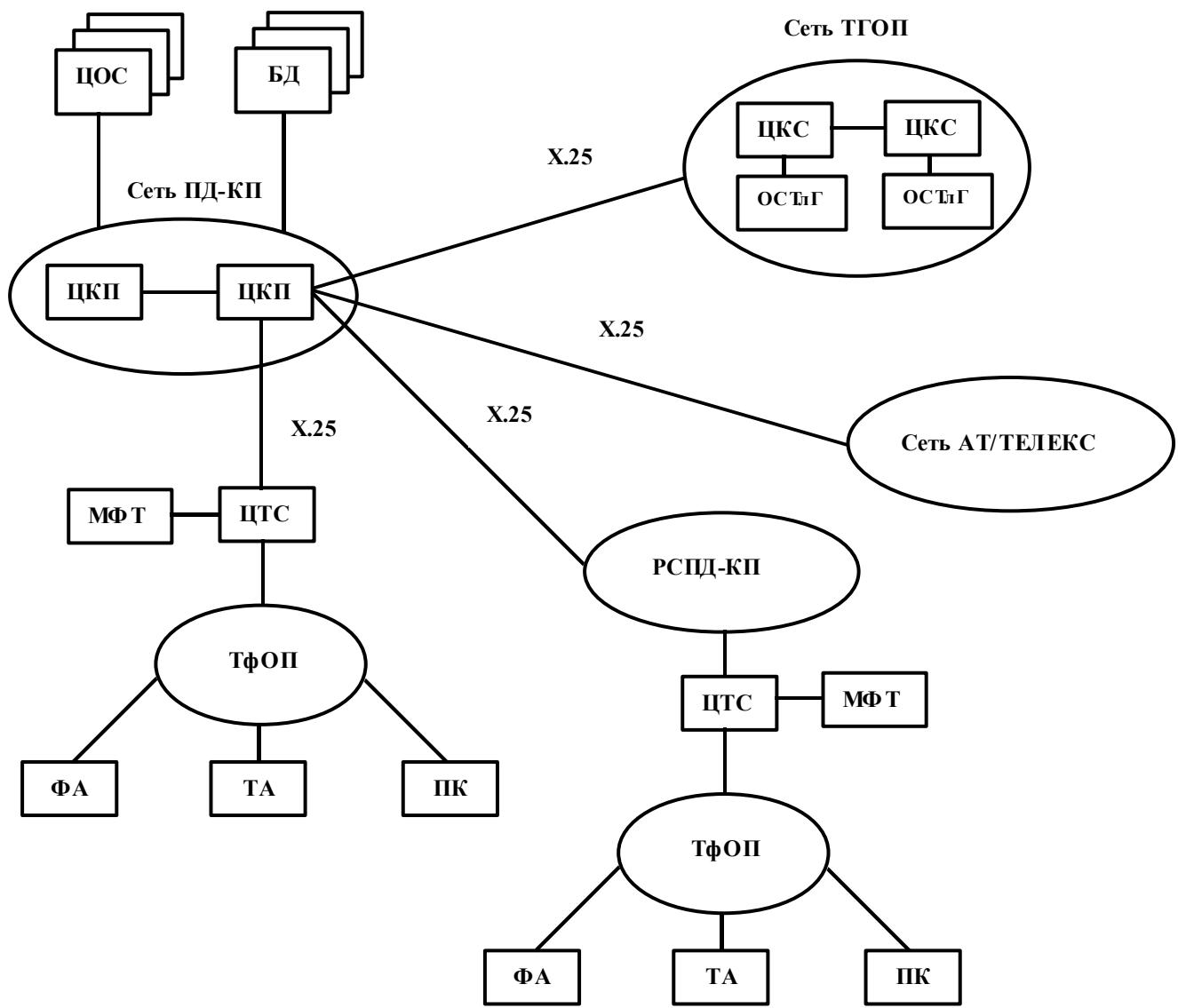
ЕСДЭС должна быть организована как совокупность существующих телеграфных и вновь создаваемых телематических служб, объединенных на основе интеграции услуг.

Телематическая служба – телеслужба, обеспечивающая дополнение к услугам основных телекоммуникационных служб, предоставление услуг по подготовке, хранению и передачи сообщений с использованием программных средств оконечных устройств (телефакс, бюрофакс, телетекст, видеотекст, обработка сообщений) [16].

Интеграция телеграфных и телематических служб позволит постепенно перевести услуги, связанные с передачей кратких текстовых сообщений с телеграфных технологий, на более современные технологии телематических служб и в первую очередь на технологию службы обработки сообщений.

Основой для обеспечения совместимости технологически отличающихся однотипных служб, интеграции услуг и объединения различных служб ДЭС в единую систему должна стать система обработки сообщений, стандартизованная в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т.

ЕСДЭС – совокупность нескольких центров обработки сообщений (ЦОС), региональных подсистем телематических служб (региональных фрагментов ЕСДЭС) и телеграфных сетей, связанных общей транспортной системой на базе сетей передачи данных. На рисунке 10.7 представлена структура ЕСДЭС [26].



ЦОС – центр обработки сообщений

БД – база данных

ЦКП – центр коммутации пакетов

ЦКС – центр коммутации сообщений

ЦТС – центр телематических служб

МФТ – многофункциональный терминал

РСПД-КП – региональная сеть ПЛ с КП

ТфОП – телефонная сеть общего пользования

ТгОП – телеграфная сеть общего пользования

ФА – факсимильный аппарат

ТА – телефонный аппарат

ПК – персональный компьютер

Рисунок 10.7 – Структура ЕСДЭС

Центры обработки сообщений образуют верхний уровень системы, обеспечивающий в масштабах всей системы функции интеграции услуг, управления ресурсами системы, архивирования процессов передачи сообщений, а также взаиморасчетов между взаимодействующими региональными операторами ЕСДЭС. Центры обработки сообщений должны быть связаны между собой по принципу «каждый с каждым» через сети передачи данных (либо с использованием высокоскоростных каналов связи). В

целях повышения надежности каждый из центров обработки сообщений должен иметь выход не менее чем на две сети передачи данных, используемых в ЕСДЭС.

Количество центров обработки сообщений и их размещение зависит от общего трафика и его концентрации на направлениях между группами географически близких регионов и должно определяться на основании технико-экономического анализа с учетом требований по надежности и живучести системы, оптимизации процессов передачи сообщений и управления. На начальном этапе создания ЕСДЭС количество центров телематических служб будет составлять 2-4 и может в дальнейшем наращиваться по мере развития ЕСДЭС. За каждым центром обработки сообщений закрепляется определенная зона, в которую входит соответствующая группа регионов. При этом все центры обработки сообщений должны дублировать друг друга и обеспечивать возможность взаимодействия с любым региональным фрагментом системы.

Ядро каждого регионального фрагмента ЕСДЭС – региональный центр телематических служб, обеспечивающий функционирование в регионе всех телематических служб, а также функции управления на региональном уровне. При необходимости в одном регионе может быть организовано несколько центров телематических служб. Терминальное оборудование абонентов включается в соответствующие центры телематических служб, как правило, через телефонную сеть или через сети передачи данных (региональные или общероссийские). Подключение центров телематических служб к сетям передачи данных должно осуществляться по протоколу X.25, причем не менее чем к двум сетям в целях повышения надежности.

Транспортной основой для взаимодействия центров телематических служб, центров обработки сообщений, коммутационного оборудования телеграфных сетей является система передачи данных, представляющая собой совокупность взаимосвязанных общероссийских и региональных сетей передачи с коммутацией пакетов. Служба передачи данных – общая и главная связующая основа обеспечения единства телематических и телеграфных служб по всей территории страны и определяющий фактор их надежного функционирования.

10.5.2 Многофункциональные терминалы ЕСДЭС

Основой для интеграции услуг документальной электросвязи станет электронный почтамт, являющийся основой центра телематических служб. При этом технической основой отделений электросвязи предоставляющих комплекс услуг документальной электросвязи, будет являться многофункциональный терминал (МФТ) на базе персонального компьютера, оборудованный устройством качественной печати, устройством считывания текстовых и графических изображений, средствами коммуникации и соответствующими технологическими программами.

Многофункциональный терминал должен выполнять следующие функции:

- обмен документальной информацией с абонентами сетей передача данных и телеграфных сетей (АТ/ТЕЛЕКС) как в интерактивном, так и в неинтерактивном режимах;

- обеспечение возможности взаимодействия с телеграфной сетью общего пользования;

- обеспечение передачи-приема факсимильных сообщений;

- обеспечение взаимодействия с кассовым аппаратом.

Структурная схема многофункционального терминала ЕСДЭС показана на рисунке 10.8.

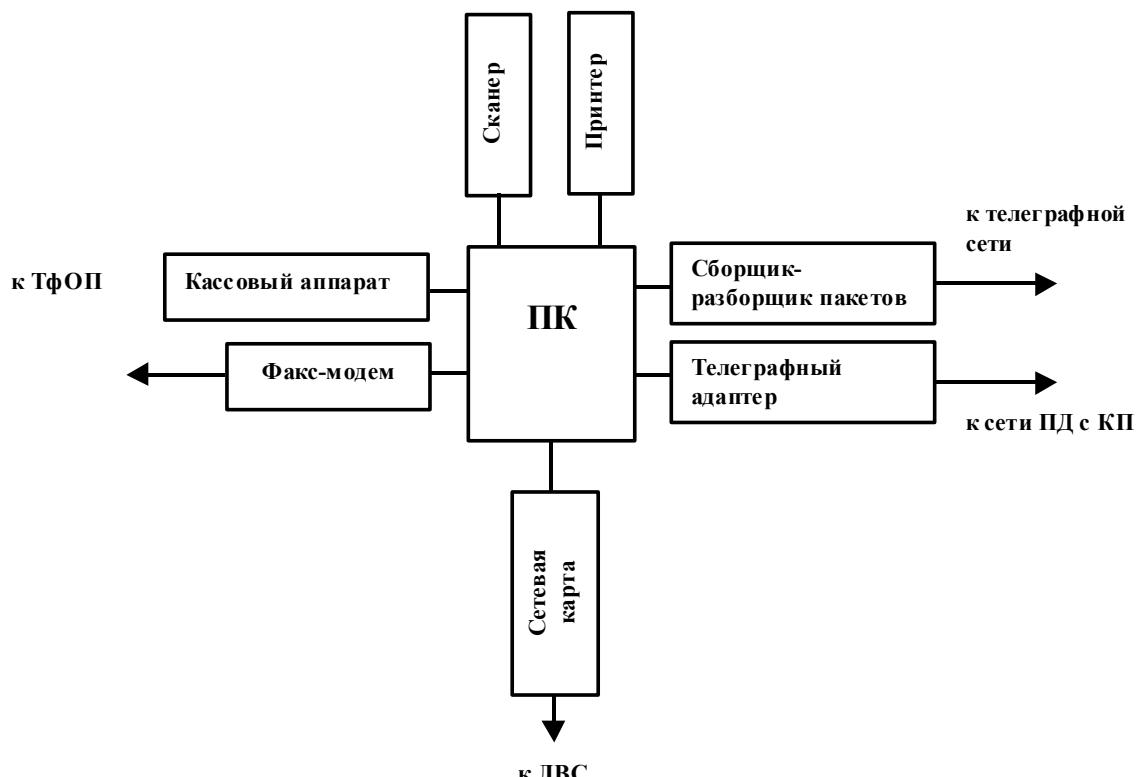


Рисунок 10.8 – Структурная схема многофункционального терминала ЕСДЭС показана

Ядром многофункционального терминала является персональный компьютер. Основой ПК является системный блок, к которому подключен монитор, клавиатура, манипуляторы (например, «мышь», джойстик), модемы, принтер и другие внешние устройства. Структурная схема системного блока ПК показана на рисунке 10.9. [30].

Основой персонального компьютера является системный блок, к которому подключен дисплей, клавиатура, манипуляторы (например, джойстик, "мышь"), модемы, принтеры и другие внешние устройства.

Внутри системного блока находится системная плата, на которой размещены основные микросхемы, а также системная шина, через которые они общаются между собой.

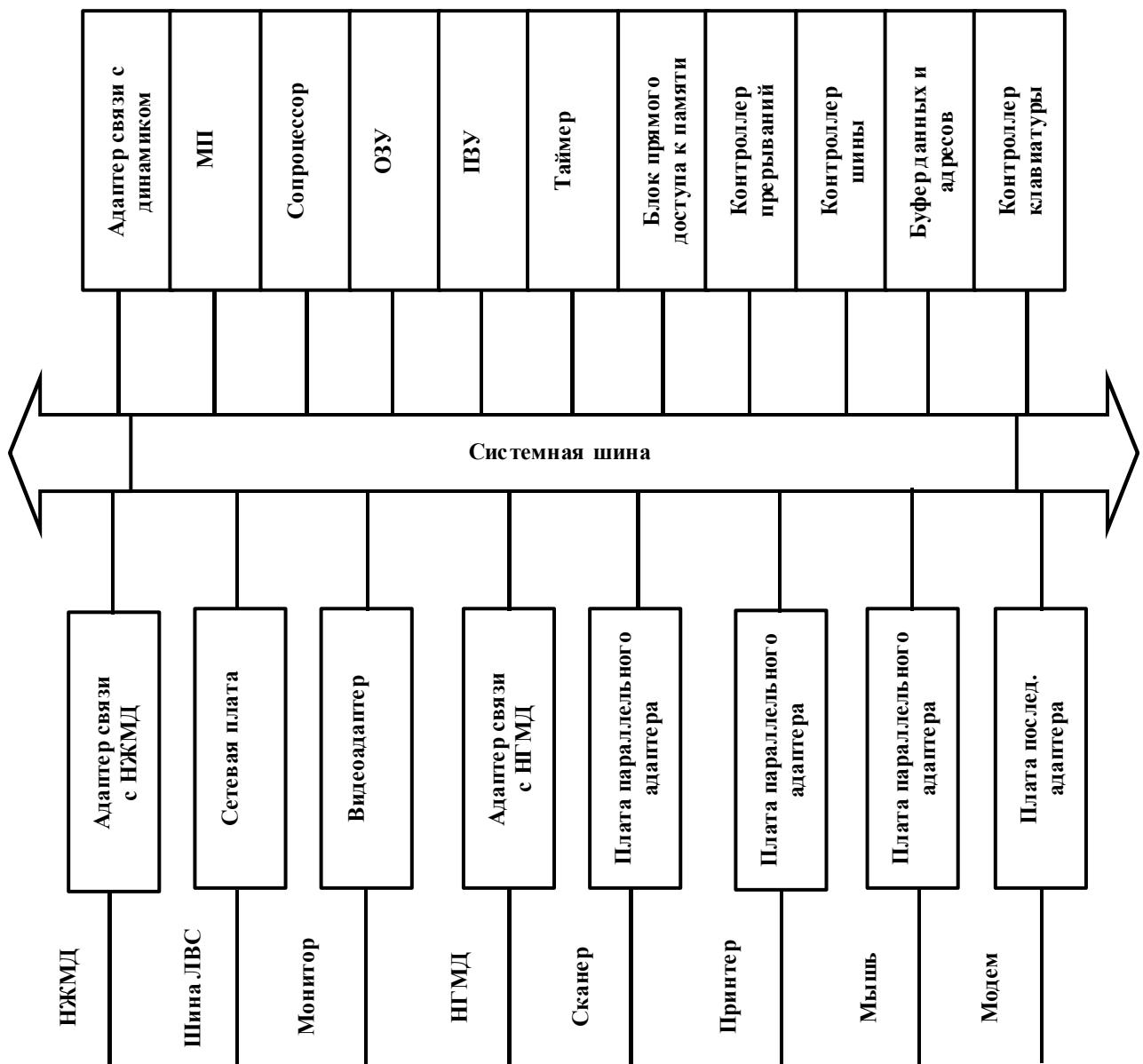


Рисунок 10.9 – Структурная схема системного блока ПК

На системной плате размещаются разъемы (слоты расширения), в которые вставляются платы адаптеров для связи с внешними устройствами.

Кроме системной платы в системном блоке находится динамик, накопитель на жестком диске (НЖМД), накопитель на оптическом диске (НОД), накопитель на гибком магнитном диске НГМД) и блок питания.

Микропроцессор выполняет следующие основные функции:

- управляет работой компьютера;
- координирует работу блоков компьютера;
- реализует выполнение программ;
- контролирует работоспособность компьютера и т.д.

Сопроцессор помогает микропроцессору выполнять некоторые специфические задачи:

- выполнять действия над числами с плавающей запятой;

- работать с графикой, с трехмерными изображениями.

Оперативное запоминающее устройство ОЗУ предназначено для:

- размещения программ прикладных задач;
- размещения программ - драйверов, управляющие работой внешних устройств (модемом, клавиатурой, принтером и т.д.);
- хранения информации промежуточных вычислений.

Постоянное запоминающее устройство ПЗУ предназначено для хранения некоторых программ, необходимых для работы компьютера, в том числе:

- программы загрузки операционной системы и пересылки ее в ОЗУ;
- программы самотестирования персонального компьютера, в том числе и памяти;
- BIOS – базовой системы ввода/вывода, которая обрабатывает сигналы, поступающие с клавиатуры и других вводно-выводных устройств.

Таймер - вырабатывает тактовые импульсы различных частот, обеспечивающие согласованную работу всех устройств персонального компьютера.

Блок прямого доступа к памяти. Обычно внешние устройства взаимодействуют с ОЗУ компьютера через его микропроцессор. Такая процедура обращения к памяти компьютера со стороны внешних устройств замедляет процесс обмена данными. Для ускорения обмена используется блок прямого доступа к памяти (минуя микропроцессор).

Контроллер прерываний. Блоки компьютера и внешние устройства сигнализируют микропроцессору о своих потребностях с помощью специальных сигналов, которые называются *сигналами прерывания*. Эти сигналы передаются по линиям прерываний к контроллеру прерываний. Контроллер прерываний прекращает текущую задачу и выполняет запрошеннюю. Все сигналы прерывания имеют разные приоритеты. Самый высший приоритет имеет прерывание, вызванное неисправностью какого-то блока персонального компьютера, второй приоритет имеет прерывание от клавиатуры, третий может иметь модем или манипулятор типа «мышь» и т.д.

Контроллер шины следит за состоянием шины (свободна шина или не свободна), обрабатывает запросы на передачу данных через шину.

Буфер данных и адресов – служебная микросхема, которая используется при пересылке и адресации данных внутри компьютера.

Контроллер клавиатуры воспринимает сигналы нажатия клавиш преобразует их в кодовые комбинации и передает в микропроцессор через системную шину. Следит за состоянием клавиатуры.

Системная шина – через нее осуществляется обмен информацией между микросхемами системной платы, а также обмен информацией с внешними устройствами через платы адаптеров связи. Представляет собой несколько групп проводников. Одна группа называется *шиной команд*, по ней передаются команды чтения, записи. Вторая группа – *шина адресов* предназначена для передачи адресов источника и получателя информации, расположенных внутри персонального компьютера. Третья группа – *информационная шина* или *шина*

передачи данных - по ней передается собственно информация параллельным кодом. Существует несколько архитектур системных шин. Разные архитектуры отличаются разными способами обмена, адресации, быстродействием. В состав системной шины могут входить микросхемы, например, усилители и формирователи сигналов.

Связные адаптеры – осуществляют обмен с внешними устройствами. Платы связных адаптеров вставляются в слоты расширения системной (материнской) платы. По способу обмена платы адаптеров разделяются на платы последовательного и параллельного способа передачи. В последних моделях компьютеров микросхемы связных адаптеров могут располагаться непосредственно на материнской плате.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие виды служб относятся к службам документальной электросвязи?
- 2 Какие службы относятся к телематическим?
- 3 На какие виды делятся телеграфные сети?
- 4 Пояснить принцип факсимильной передачи сообщений.
- 5 В чем отличие абонентских и клиентских служб?
- 6 Какие услуги предоставляет клиентская служба Бюрофакс?
- 7 К каким службам относится служба Видеотекст?
- 8 Какие услуги предоставляет служба Видеотекст?
- 9 По каким основным признакам можно классифицировать компьютерные сети?
- 10 Какие компьютерные сети называются локальными?
- 11 Какие компьютерные сети называются глобальными?
- 12 Что такое топология сети?
- 13 Какие основные топологии применяются при построении локальных сетей?
- 14 Что такое LAN-телефония?
- 15 Что такое шлюз?
- 16 Чем вызвана необходимость создания ЕСДЭС?
- 17 Пояснить структуру ЕСДЭС.
- 18 Какие функции выполняют многофункциональные терминалы?
- 19 Какие виды устройств могут подключаться к многофункциональному терминалу?
- 20 Какие виды устройств входят в состав системной платы ПК?

11 ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

11.1 Цифровая сеть с интеграцией обслуживания (ЦСИО)

ЦСИО (ISDN – Integrated Services Digital Network) – цифровая сеть для передачи данных с различными скоростями в едином физическом канале, которая поддерживает множество служб телекоммуникационных сетей.

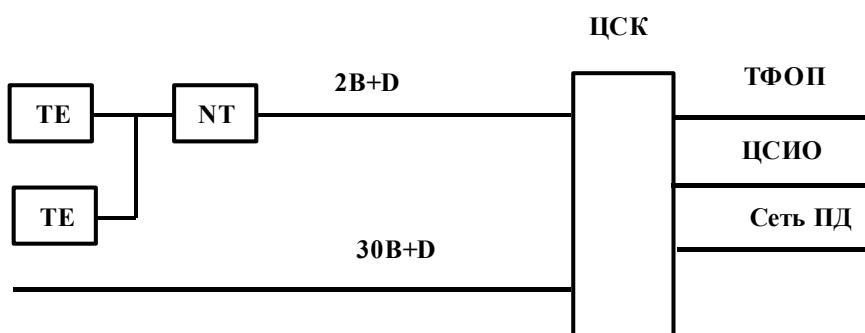
Телекоммуникационная служба – совокупность аппаратно-программных средств, а также поддерживающих ее средств технической эксплуатации (ТЭ) и административного управления, обеспечивающая предоставление услуг пользователям. Состав существующих и перспективных служб и услуг телекоммуникационных сетей представлен в таблице 11.1.

Цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦСИО) – это цифровая сеть с цифровыми абонентскими линиями и цифровыми оконечными устройствами разнообразного назначения. В такой сети по одной и той же абонентской линии и по одному и тому же соединению может быть передана речевая, текстовая информация, данные, изображения.

Особенности ЦСИО:

- передача информации между абонентскими терминалами в цифровой форме;
- обеспечение доступа к большому числу речевых и неречевых служб;
- подключение разнообразных терминалов с помощью многоцелевых стандартных интерфейсов «пользователь - сеть»;
- обеспечение централизованного способа организации сигнализации с высокой скоростью и верностью;
- обеспечение любого вида коммутации.

Функциональная схема организации доступа абонентов ЦСИО к ЦСК (рисунок 11.1) состоит из функциональных блоков размещаемых у абонентов и на ЦСК.



TE – терминал пользователя

NT – сетевое окончание

Рисунок 11.1 – Функциональная схема организации доступа абонентов ЦСИО к ЦСК

Физические устройства, образующие интерфейс между линией и пользователем, располагаются в непосредственной близости от терминалов и называются ***сетевыми окончаниями (NT)***.

В узкополосной ЦСИО (У-ЦСИО) в интерфейсе «пользователь-сеть» специфицировано два типа основных цифровых каналов В и Н, предназначенных для передачи самых разных информационных потоков пользователя, и канал D, используемый, в основном, для передачи сигнальной информации.

Каналы типов В и Н используются при создании трактов по способу коммутации каналов.

Сигнальный канал служит для обеспечения «диалога» между устройством пользователя и сетью. В некоторых случаях сигнальный канал можно использовать для передачи в нем пакетов данных пользователя. Передача информации сигнализации и пакетов данных пользователей осуществляется в виде блоков, при этом приоритет имеют блоки сигнальной информации.

В зависимости от вида абонентского окончания в канале типа D данные могут передаваться со скоростью цифрового потока в 16 или 64 кбит/с.

Если по каналу типа В могут передаваться потоки речевой информации или данных с максимальной скоростью 64 кбит/с, то по каналу типа Н – потоки от высокоскоростных факсимильных аппаратов, установок видеосвязи, высокоскоростной передачи данных, высококачественного звукового вещания.

- канал **B** – для передачи информации со скоростью 64 кбит/с;
 - канал **D** – для передачи сигнальной информации со скоростью 16 кбит/с;
 - канал **H₀** – 384 кбит/с
 - канал **H₁₁** – 1536 кбит/с
 - канал **H₁₂** – 1920 кбит/с
- } Для увеличения скорости передачи

Основным для большинства абонентов является базовый доступ (BRA – Basic Rate Access) со скоростью $2B+D = 144$ кбит/с, но фактически скорость 192 кбит/с, так как передается дополнительная информация по синхронизации и управлению сетью. Первичный доступ (PRA – Primary Rate Access) используется для систем с повышенной нагрузкой со скоростью $30B+D$ (локально-вычислительные сети, УПАТС).

Виды сервиса в ЦСИО. Услуги ЦСИО делят на две группы: основные и дополнительные. К основным услугам относятся услуги переноса (доставки) информации и услуги предоставления видов связи. Под ***услугой переноса информации*** понимают доставку цифровых потоков от одного интерфейса «пользователь-сеть» до другого. В предоставлении ***вида связи*** участвуют как средства сети, так и терминальное оборудование пользователя. Услуга предоставления вида связи (например, диалог двух пользователей с помощью речевых установок – телефонных аппаратов) должна обеспечивать возможность обмена информацией между пользователями. Услуги переноса информации, как правило, сопровождают услуги предоставления видов связи. Однако, пользователь может запросить услугу переноса – соединение с нужными ему характеристиками для передачи данных, не указывая вид связи.

Основные услуги подразделяются на 2 типа:

1) *Интерактивные* – обеспечивают возможность обмена информацией, подразделяются на:

- *диалоговые* – обеспечивают возможность обмениваться информацией в акустической или в визуальной форме;
- *сервис типа «поиск»* – позволяет пользователям осуществлять поиск информации в информационных центрах;
- в) *сервис типа «передача с хранением»* – позволяет пользователям обмениваться информацией с помощью электронного почтового ящика.

2) *Распределительные* (трансляционного типа):

а) *широковещательные* – центральный источник информации передает непрерывный поток информации неограниченному числу пользователей подключенных к сети, отдельный пользователь не может влиять на начало передачи информации и порядок предоставления;

б) *с индивидуальным управлением* – информация передается в виде повторяющихся кадров, пользователь может управлять процессом передачи информации.

Дополнительные услуги предоставляются в сочетании с какой-либо из основных и ориентированы на расширение удобств пользования услугами:

- *удержание соединения* - позволяет пользователю прервать разговорную фазу без разрушения соединения для наведения справки и восстановить ее впоследствии. Два соединения, удерживаемое и справочное, абсолютно независимы, благодаря этому обеспечивается конфиденциальность связи;
- *переадресация вызова при занятости вызываемого абонента* – позволяет пользователю переадресовать все входящие вызовы от некоторых служб на другой номер сети;
- *безусловная переадресация вызова* – позволяет пользователю переадресовать все входящие вызовы на другой номер сети;
- *конференц-связь с расширением* – позволяет пользователю участвовать в многостороннем соединении и управлять этим соединением. Инициатор может набрать номера нескольких абонентов и организовать оперативное совещание. Инициатор услуги может выборочно отключать любого из корреспондентов. Участники могут также отключаться по собственной инициативе. Современные комплекты конференц-связи предусматривают возможность одновременного соединения до 64 абонентов;
- *прямой набор номера* – предоставляет пользователю возможность прямого вызова через ЦСИО общего пользования к абоненту ведомственной ЦСИО с применением системы нумерации ЦСИО общего пользования;
- *определение номера вызывающего абонента* – обеспечивает вызываемой стороне идентификацию номера вызывающего абонента;
- *запрет идентификации номера вызывающего абонента* – услуга обеспечивает вызывающему пользователю возможность предотвратить индикацию номера своей линии на дисплее терминала вызываемого пользователя;
- *портативность терминала* – позволяет пользователю переключить терминал из одной розетки в другую в пределах своего абонентского пункта

(базового доступа) в течение активного состояния соединения. Эта услуга позволяет также пользователю передавать вызов с одного терминала на другой в пределах одного абонентского пункта в течение активного состояния соединения.

Таблица 11.1 – Существующие и перспективные службы и услуги телекоммуникационных сетей [6]

Название службы	Услуги	Используемые телекоммуникационные сети
Телефонной связи, в том числе с подвижными объектами	Установка телефонного аппарата Местный телефонный разговор Междугородный телефонный разговор Международный телефонный разговор Телефонный разговор абонента сети подвижной связи Разговор или передача данных через ЦСИО Дополнительные услуги	ТФОП, сеть подвижной связи, ЦСИО общего пользования, ведомственная телефонная сеть, ведомственная ЦСИО
Телеграфная, телекс, АТ, объединенная служба АТ/телекс	Телеграммы Переговоры по АТ, телексу Дополнительные услуги	Телеграфная сеть, сеть телекс, сеть АТ, объединенная сеть АТ/телекс
Передача данных с коммутацией пакетов по телефонным сетям, передача данных по ЦСИО, передача данных по арендованным каналам	Соединение в сети данных Соединение для передачи данных по ТФОП Соединение для передачи данных по ЦСИО Сдача каналов в аренду для передачи данных Дополнительные услуги	Сеть передачи данных с коммутацией пакетов, ТФОП, ведомственные сети, ЦСИО, некоммутируемая сеть
Телематические	Телефакс-3 Телефакс-4 Смешанный режим Бюрофакс Телетекст Видеотекст Обработка сообщений	ТФОП, ведомственные сети, Сеть передачи данных с коммутацией пакетов, ЦСИО, видеотекстные центры, узлы обработки сообщений
Передачи газет	Передача газетной полосы Передача цветных изображений	Некоммутируемая сеть передачи газет
Телеконференций	Телеконференции аудиографические и видеографические	ЦСИО, сети диспетчерских служб
Мультимедиа	Мультимедиа (звук, текст, подвижные и неподвижные изображения)	Широкополосная ЦСИО
Вещательные проводного звукового вещания, распределения программ кабельного ТВ	Установка однопрограммной радиоточки Установка многопрограммной радиоточки Передача сигналов звукового вещания Передача сигналов ТВ Передача сигналов кабельного ТВ Дополнительные услуги	Некоммутируемая сеть проводного звукового вещания, сеть распределения программ звукового вещания, широкополосная ЦСИО, сеть распространения программ ТВ, сеть кабельного ТВ

Скорость основного интерфейса «пользователь - сеть» в У-ЦСИО – 2В+Д. Этот относительно невысокая скорость, которая ограничивает возможности развития служб, требующих более высоких скоростей передач от десятков до сотен Мбит/с. Такие скорости необходимы при передаче подвижных изображений, цветных изображений, проведение видеоконференций, кабельного телевидения.

В начале 80-х годов XX века в ряде мировых исследовательских центров (CNET, Франция, Bell Labs, США) начались работы по созданию сетей нового типа – *широкополосных цифровых сетей с интеграцией обслуживания Ш-ЦСИО (B-ISDN – Broadband Integrated Services Digital Network)*. Концепция Ш-ЦСИО предполагает, что оператор предоставляет пользователю весь возможный набор узкополосных и широкополосных услуг в рамках одной сети на базе единого метода коммутации. Одной из основных проблем, с которой столкнулись разработчики концепции Ш-ЦСИО, была проблема выбора единого метода доставки информации и коммутации. В качестве такого метода был предложен метод асинхронной доставки, основанный на технологии ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Технология ATM представляет собой разновидность метода коммутации пакетов и рассматривается как набор протоколов для применений, ориентированных на соединение с гарантированным качеством обслуживания, означающим выделение необходимой полосы пропускания и обеспечения минимальных задержек [24].

Основные свойства метода ATM:

1) исходное сообщение после представления в цифровой форме и перед передачей в сеть связи разделяется на протокольные блоки (кадры) фиксированной длины 48 байт;

2) каждый кадр дополняется служебной частью – заголовком (содержит адресную часть, элементы защиты от ошибок и др. служебную информацию), размером 5 байт, образуя ячейку ATM длиной 53 байта;

3) последовательность ячеек ATM передается через виртуальные соединения в коммутаторах ATM;

4) процедуры управления потоками и контроля ошибок перенесены в верхние уровни модели ВОС;

5) на приемной стороне ячейки ATM освобождаются от заголовков и собираются в единую последовательность, из которой затем формируется исходное сообщение.

Сети Ш-ЦСИО, построенные на базе технологии ATM обеспечивают следующие возможности:

- доставку всех видов информации (речь, данные, музыку, подвижные и неподвижные черно-белые и цветные изображения, мультимедиа) с высоким качеством обслуживания;

- поддержку интерактивных (диалоговых) служб и служб распределения информации;

- статистическое распределение сетевых ресурсов в соответствии с требованиями пользователей (гарантированная полоса пропускания).

11.2 Интеллектуальная сеть

Концепция интеллектуальной сети (ИС) представляет собой способ быстрого создания новых услуг в соответствии со специфическими для каждой из них требованиями, обеспечивая доступ к этим услугам абонентов базовой сети.

Определения ИС (IN) в документах ITU – T (МСЭ – Т международный союз электросвязи телекоммуникационный сектор):

ИС (IN - Intelligent Network) – сервисно-ориентированная архитектура телекоммуникационной сети

или

ИС(IN) – специализированная информационно-вычислительная сеть, надстраиваемая над существующей телекоммуникационной сетью и выполняющая функции по управлению процедурами предоставления дополнительных услуг пользователям.

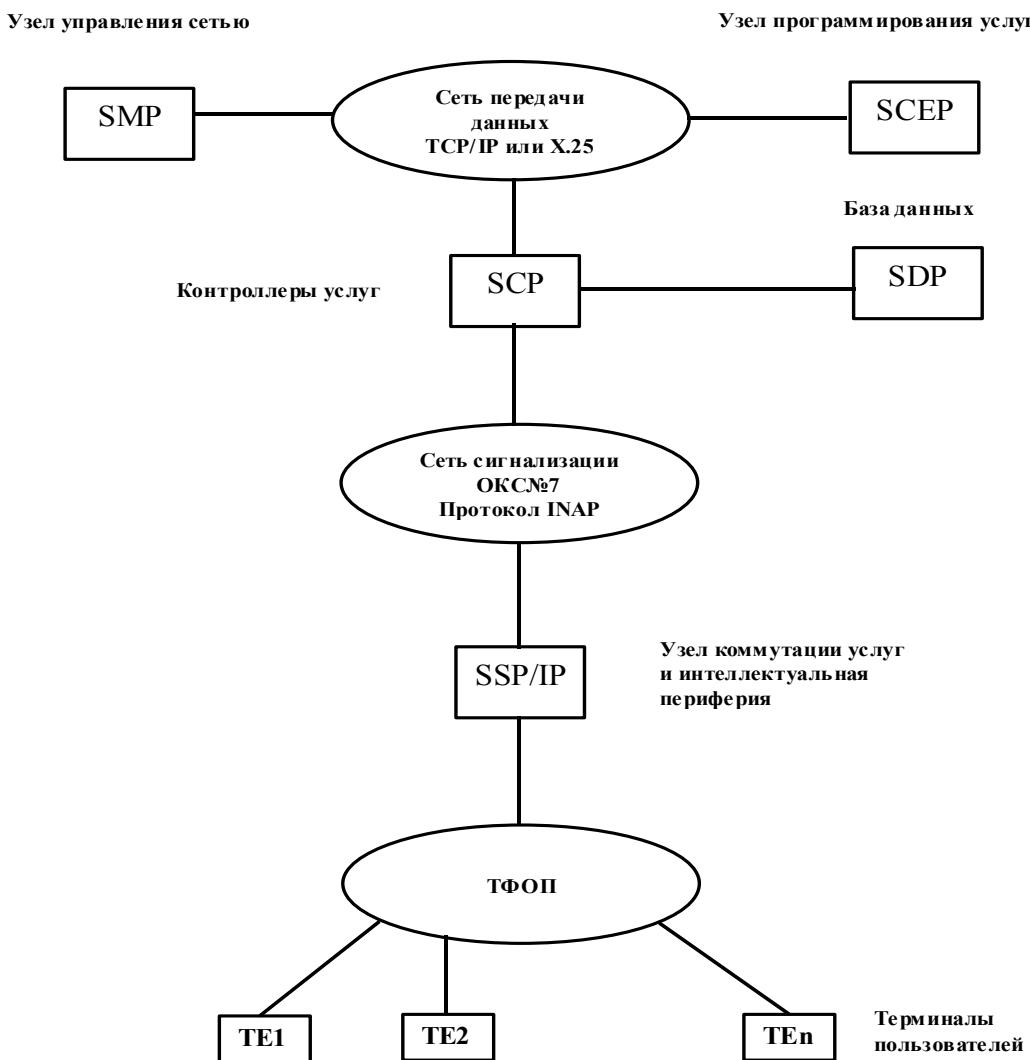


Рисунок 11.2 – Базовая архитектура интеллектуальной сети

Основным требованием к архитектуре ИС(Н) является *отделение функций предоставления услуг от функций коммутации и распределения их по*

функциональным подсистемам. Функции коммутации, как и для традиционных сетей, остаются в базовой сети связи. Функции управления, создания и внедрения услуг выносятся в создаваемую отдельно от базовой сети интеллектуальную надстройку, взаимодействующую с базовой сетью через стандартизованные интерфейсы.

Основу сети ИС (IN) составляют контроллер услуг SCP, который через сеть сигнализации ОКС№7 доступен тем коммутационным станциям, в программное обеспечение которых добавлены функции узла коммутации услуг SSP. Функции SSP дополнены функциями интеллектуальной периферии (IP) – аналога традиционного «механического голоса» для «общения» с абонентами (рисунок 11.2).

SSP (Service Switching Point) – узел коммутации услуг, коммутационная система (ЦСК), за которой сохраняются все функции по предоставлению основных услуг связи, оснащенная дополнительным программным обеспечением для выполнения функций коммутации с SCP;

IP (Intelligent Peripheral) – интеллектуальная периферия, обеспечивает для SSP вспомогательные функции по ведению диалога с абонентами (приглашение к набору дополнительных цифр, прием частотных сигналов кода DTMF, распознавание речи и др.);

SCP (Service Control Point) – узел управления услугами, содержит программы реализации услуг для всей сети ИС (IN) и программное обеспечение протоколов взаимодействия с другими элементами ИС (IN);

SDP (Service Data Point) – быстродействующая база данных реального времени;

SMP/SCEP (Service Management Point/ Service Creation Environment Point) –узел технической эксплуатации и создания услуг, обеспечивает оператору сети возможности для контроля и управления параметрами и конфигурацией услуг.

Реализация услуг ИС(IN). ITU – Т (МСЭ – Т) и ETSI (Европейский Институт Телекоммуникационных стандартов) стандартизовали наборы услуг (CS – Capability Set) CS1, CS2, CS3 и приступили к работе по стандартизации CS4. Реально в мире внедрено 5-6 услуг из CS1.

В России определен первоначальный набор услуг из CS1:

- бесплатный вызов (FPH – FreePhone);
- вызов с дополнительной оплатой (PRM – Premium Rate);
- вызов по телефонной карте (CCC – Credit Card Calling);
- виртуальная корпоративная сеть (VPN – Virtual Private Network);
- телеголосование (VOT – Televoiting).

Средства ИС (IN) обеспечивают базовый сервис, на основе которого можно предоставлять услуги, ограниченные лишь человеческой фантазией.

Сеть ИС (IN), создаваемая в конкретном регионе, может иметь региональный или федеральный статус. В первом случае сеть создается путем совмещения узлов SSP, SCP с цифровым УСС (узлом спецслужб) местной городской телефонной сети и услуги предоставляются абонентам только одного города. Во втором случае узлы SSP, SCP реализуются за счет аппаратно-

программных средств цифровой АМТС и услуги могут быть предоставлены абонентам нескольких международных зон или всей сети ТФОП страны. Нумерация услуг ИС (IN) зависит от ее статуса, который однозначно определяет последовательность знаков, набираемых при заказе услуги.

ИС(IN) создается методом наложения на существующую базовую телефонную сеть. Выбор точки и способа доступа к ИС(IN) определяется следующими критериями:

- 1) через точку доступа любой абонент ТФОП должен иметь выход к ИС(IN) по единому номеру;
- 2) в точке доступа можно определить номер вызывающего абонента;
- 3) от абонента АТС любого типа до точки доступа передается переменное число цифр.

В России началось формирование федеральной сети ИС(IN), поэтому в качестве SSP используются АМТС, которые дополняются необходимыми средствами (рисунок 10.3). В планах нумерации ТФОП для ИС(IN) выделены коды DEF 800...809 (таблица 11.2). Структура номеров для федеральной ИС(IN) имеет вид:

$$\Pi_{\text{мг}} - \text{DEF} - X_1X_2X_3 - X_4 \dots X_n,$$

где $\Pi_{\text{мг}}$ – префикс международной связи (8, планируется смена на 0);

DEF – код доступа к услуге ИС(IN), (800...809);

$X_1X_2X_3$ – код оператора (для России выделен диапазон 100...799);

$X_4 \dots X_n$ – логический номер поставщика услуги, количество цифр переменное.

Таблица 11.2 – Список кодов DEF услуг ИС(IN)

Услуга	Код DEF
Бесплатный вызов	800
Вызов с автоматической альтернативной оплатой	801
Вызов по кредитной карте	802
Телеголосование	803
Универсальный номер доступа	804
Вызов по предоплаченной карте	805
Вызов по расчетной карте	806
Виртуальная частная сеть	807
Универсальная персональная связь	808
Услуга за дополнительную оплату	809

Пример реализации услуги «Бесплатный вызов» (рисунок 11.3). При предоставлении данной услуги абонент оплачивает только международный разговор с поставщиком услуги по установленным тарифам, сама услуга предоставляется бесплатно.

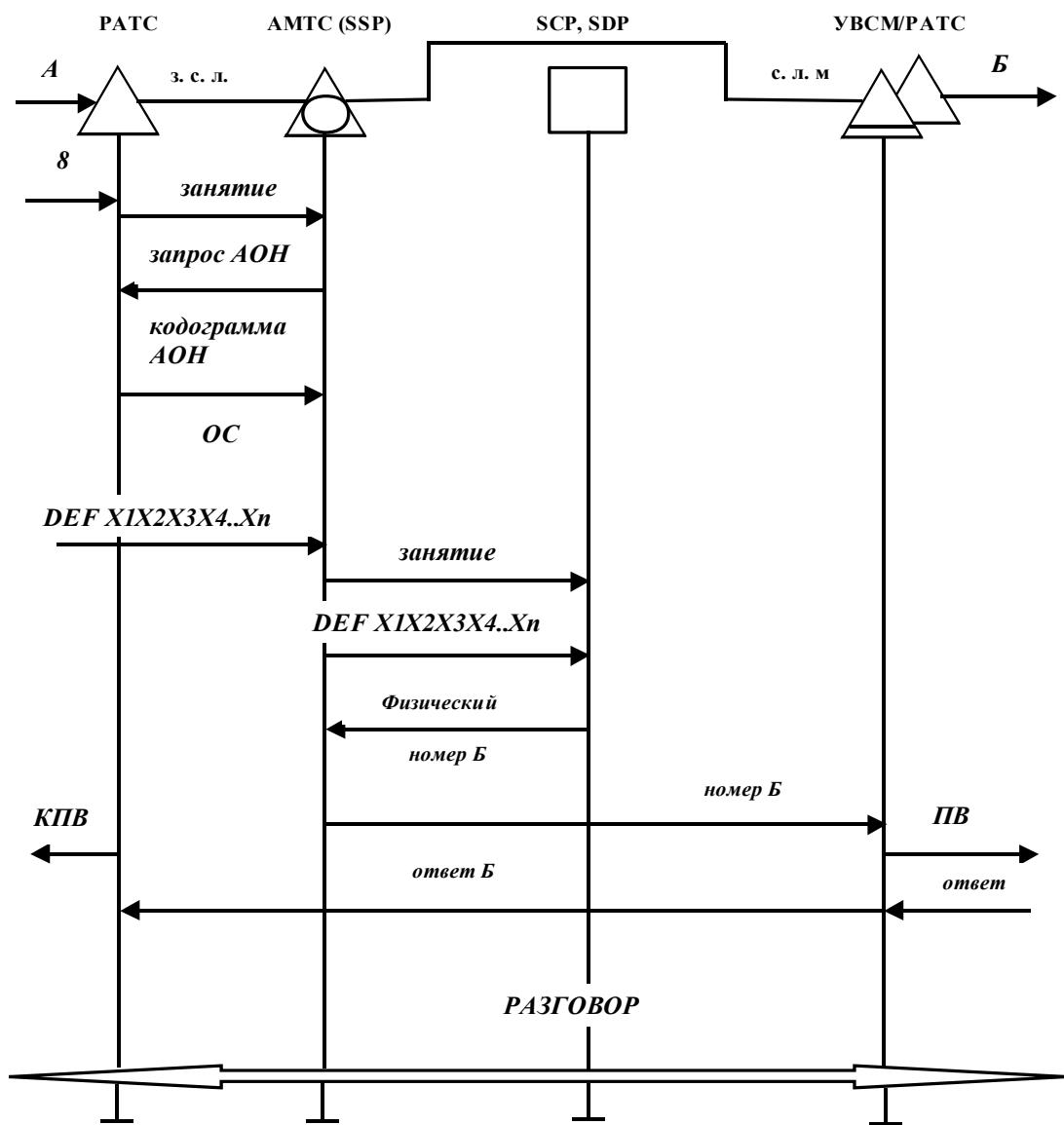


Рисунок 11.3 – Диаграмма последовательности сообщений при предоставлении услуги «Бесплатный вызов»

Вызывающий пользователь А (заказчик услуги) набирает префикс выхода на АМТС (8) и номер поставщика услуги. АМТС (SSP) обнаруживает вызов в сторону ИС(IN) и инициирует доступ к SCP, который может быть совмещен с данной АМТС. SCP, получив логический номер поставщика услуги от SSP, пересчитывает его в физический номер Б и передает на АМТС для маршрутизации соединения. АМТС выбирает требуемое направление связи (междугородное или местное). На базовой сети устанавливается соединение между заказчиком и поставщиком услуги. Оплата за состоявшийся разговор начисляется в зависимости от кода услуги и действующего тарифа на услуги АМТС.

11.3 Конвергенция сетей

Термин конвергенция, часто применяемый при описании эволюционных процессов в различных областях, в последнее время стал широко использоваться в телекоммуникациях. Европейской комиссией **конвергенция** определяется как возможность различных сетевых платформ обеспечивать практически одинаковый набор услуг или объединение окончных устройств, таких, как телефон, персональный компьютер и ТВ-приемник в виде единого терминала.

В телекоммуникациях рассматривается три аспекта конвергенции [24]:

- 1) **конвергенция услуг** обеспечивает новые расширенные функциональные возможности для пользователей;
- 2) **конвергенция процессов** позволяет провайдерам услуг работать с оборудованием различных производителей и различными технологиями с тем, чтобы предлагать экономически эффективные услуги;
- 3) **конвергенция сетей** означает конвергенцию технологий, которая определяет возможность конвергенции различных сетевых услуг.

В течении многих лет информационные и телекоммуникационные технологии развивались как два различных направления. Тем не менее, в последнее время термин «конвергенция» стал появляться в контексте эволюции в информатике и телекоммуникациях, которые касаются процессов развития и интеграции услуг и сетей, замещения старых технологий новыми и т. п. Имеется ряд областей в телекоммуникациях, где конвергенция в настоящее время наиболее заметна.

Конвергенция услуг телефонии и передачи данных, где традиционная телефонная сеть представляет одного участника процесса конвергенции, а сеть передачи данных – другого. Это справедливо как для сетей общего пользования (ТфОП/ЦСИО и Интернет), так и для корпоративных сетей (УАТС, локальные сети и Интернет на базе интеллектуальной периферии IP). В области сетей общего пользования услуги на базе IP-технологии можно эффективно (с экономической точки зрения) предоставлять через линии доступа ТфОП/ЦСИО. Это определяет первый этап конвергенции, а именно взаимодействие ТфОП/ЦСИО с Интернет на границе телефонной сети. Далее необходимо обеспечить услуги телефонии между пользователями Интернет и пользователями ТфОП/ЦСИО. Это можно рассматривать как второй этап конвергенции. В долгосрочной перспективе в результате может быть создана сеть, обладающая достоинствами как ТфОП/ЦСИО, так и Интернет, и поддерживающая все услуги с одинаково хорошим качеством.

Другим важным направлением конвергенции является **конвергенция фиксированных и подвижных сетей FMC (Fixed/Mobile Convergence)**. В связи с ограниченным ресурсом нумерации всемирной сети и неэффективностью существования параллельных сетей примерно одинаковой емкости, была разработана концепция UMTS (Universal Mobile Telephone System) в целом для всемирной сети, которая предусматривает создание

комбинированных станций, обеспечивающих для пользователей услуги как фиксированной, так и подвижной связи.

Примером, где конвергенция ведет к усилению мощности услуг, является **компьютерная телефония (CTI – Computer/Telephony Integration)**. Здесь возможности компьютера добавляются к функциональности УАТС для улучшения и оптимизации технологических процессов в операторских центрах обработки вызовов (Call Centers), для которых характерны высокие нагрузки. Другим примером усиления мощности услуг являются **мультимедийные коммуникации**, где в процессе сеанса связи для передачи информации могут использоваться голос, видео, графика и звук.

Таким образом, процесс конвергенции определяется стремлением объединить все направления телекоммуникаций и информатизации, для взаимовыгодного использования ресурсов с целью предоставления качественно новых услуг пользователям.

11.4 Концепция сетей связи следующего поколения NGN

11.4.1 Понятие инфокоммуникационных услуг

Современный этап развития мировой цивилизации характеризуется переходом от индустриального к информационному обществу, предполагающему новые формы социальной и экономической деятельности, базирующиеся на массовом использовании информационных и телекоммуникационных технологий.

Технологической основой информационного общества является Глобальная Информационная Инфраструктура (ГИИ), которая должна обеспечить возможность недискриминированного доступа к информационным ресурсам каждого жителя планеты, даст возможность создания глобальной сетевой экономики.

ГИИ (GII – Global Information Infrastructure) - совокупность баз данных, средств обработки информации, взаимодействующих сетей связи и терминалов пользователей.

Доступ к информационным ресурсам в ГИИ реализуется посредством услуг связи нового типа, получивших название **инфокоммуникационных услуг ИУ (услуга информационного общества)**.

Инфокоммуникационная услуга (ИУ) – услуга связи, предполагающая автоматизированную обработку, хранение или предоставление по запросу информации с использование средств вычислительной техники, как на входящем, так и на исходящем конце соединения. К ИУ предъявляют следующие требования:

- 1) мобильность;
- 2) возможность гибкого и быстрого создания новых услуг;
- 3) гарантированное качество.

Бизнес-модель, определяющая состав участников предоставления ИУ и их взаимоотношения, включает в себя:

1) *пользователей*, которые делятся на категории в зависимости от требований к ИУ;

2) *оператора сети связи (Network operator)* – физическое или юридическое лицо, обладающее собственной инфраструктурой связи и, имеющее право на предоставление телекоммуникационных услуг на основе выданной лицензии;

3) *поставщик услуги (Service Provider)* – индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, оказывающее ИУ, но не обладающее собственной инфраструктурой связи (в свою очередь является потребителем услуг переноса, предоставляемых оператором сети связи).

Услуга переноса (bearer service) – услуга связи, обеспечивающая прозрачную передачу информации пользователя между сетевыми окончаниями без какого-либо анализа и обработки ее содержания.

На сегодняшний день развитие ИУ осуществляется, в основном, в рамках компьютерной сети ИНТЕРНЕТ, доступ к которой осуществляется через традиционные сети связи. В то же время в ряде случаев услуги сети ИНТЕРНЕТ, ввиду ограниченных возможностей ее транспортной инфраструктуры, не отвечают современным требованиям, предъявляемым к услугам информационного общества. В связи с этим требуется решение задач эффективного управления информационными ресурсами с одновременным расширением функциональности сетей связи.

Требования, предъявляемые к перспективным сетям связи:

1) *мультисервисность* – независимость технологий предоставления услуг от транспортных технологий;

2) *широкополосность* – возможность гибкого и динамичного изменения скорости передачи информации в широком диапазоне в зависимости от текущих потребностей пользователя;

3) *мультимедийность* – способность сети передавать многокомпонентную информацию (речь, данные, видео, аудио) с необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени;

4) *интеллектуальность* – возможность управления услугой, вызовом и соединением со стороны пользователя или поставщика услуги;

5) *инвариантность доступа* – возможность организации доступа к услугам независимо от используемой технологии;

6) *многооператорность* – возможность участия нескольких операторов в процессе предоставления услуги и разделение их ответственности в соответствии с их областью деятельности.

11.4.2 Понятие мультисервисной сети. Классификация услуг мультисервисной сети

Предоставление широкого спектра ИУ возможно только при слиянии телекоммуникационных и информационных сетей, результатом которого станет создание инфокоммуникационной сети.

Инфокоммуникационная сеть – это технологическая система, которая включает кроме сети связи, также средства хранения, обработки и поиска

информации и предназначена для обеспечения пользователей электрической связью и доступом к необходимой информации.

В ЕСЭ РФ доминирующей является сеть связи общего пользования, т. к. она обслуживает большую часть пользователей. В соответствии с мировыми тенденциями сеть общего пользования превращается в инфокоммуникационную сеть. Для реализации этой тенденции предусматривается переход к построению *мультисервисных сетей*, предоставляющих пользователям традиционные и перспективные услуги.

В соответствии с рекомендациями МСЭ *мультисервисная сеть* – это сеть, в которой различные виды услуг используют общие ресурсы передачи, коммутации, эксплуатации, управления и прочие.

Услуги мультисервисных сетей классифицируются с использованием многомерной структуры, основываясь на системе классификаторов [28]. На рисунке 11.4 представлены основные признаки, по которым производится классификация услуг мультисервисных сетей.



Рисунок 11.4 – Классификационные признаки услуг мультисервисных сетей

По типу передаваемой информации услуги подразделяются на следующие виды:

- услуги телефонии и видеотелефонии;
- услуги передачи данных;
- услуги выделенных каналов (услуги, безразличные к типу передаваемой информации);
- инфраструктурные услуги (сдача оборудования в аренду, консультационные услуги).

По типу клиента услуги подразделяются на следующие виды:

- услуги, оказываемые другим операторам связи;

- услуги, оказываемые корпоративным клиентам;
- услуги, оказываемые индивидуальным пользователям.

По способу доступа услуги подразделяются на следующие виды:

- коммутируемые телефонные каналы или каналы ISDN;
- каналы SDH (Synchronous Digital Hierarchy – синхронная цифровая иерархия) различной пропускной способности:
 - каналы Frame Relay (протокол, используемый для создания глобальных сетей, данные в которых передаются в виде кадров)) различной пропускной способности;
 - каналы ATM (Asynchronous Transfer Mode – асинхронный режим переноса информации) различной пропускной способности;
 - каналы HDLC (High Level Data Link Control – управление звеном данных высокого уровня) с различной скоростью передачи:
 - каналы Ethernet с различной скоростью передачи;
 - технологии xDSL (Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия);
 - гибридные сети на основе коаксиального кабеля и оптического волокна;
 - сети беспроводного доступа.

По типу обмена информацией услуги подразделяются на следующие виды:

- предоставление доступа к ресурсам своей сети;
- двусторонний обмен;
- транзит;
- центр обмена информацией.

Кроме того, в добавок к приведённым выше признакам классификации, для каждого типа услуг возможно подразделение по следующим признакам:

- по приоритетности внедрения и важности – базовые (основные) услуги и дополнительные (услуги с добавленной ценностью), при этом оказание дополнительной услуги возможно только при наличии базовой;
- по маркетинговой функции – услуги, ориентированные в основном на привлечение клиентов (приносящие доходы косвенным путём через оказание прочих услуг привлечённым таким образом клиентам).

11.4.3 Архитектура сетей связи следующего поколения

В основу создания мультисервисных сетей положена концепция сетей связи следующего поколения.

Сеть связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network) – концепция построения сетей связи, обеспечивающих предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений, предполагающая реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи.

Основу сети NGN составляет **мультипротокольная сеть** – транспортная сеть связи, входящая в состав мультисервисной сети, обеспечивающая перенос разных типов информации с использованием различных протоколов передачи, в состав которой могут входить:

1) *транзитные узлы* – выполняют функции переноса и коммутации;

2) *окончательные (границные) узлы* – обеспечивают доступ абонентов к мультисервисной сети, а также могут выполнять функции узлов служб за счет добавления функций предоставления услуг.

3) *контроллеры сигнализации* – выполняют функции обработки информации сигнализации, управления вызовами и соединениями;

Контроллеры могут быть вынесены в отдельные устройства, предназначенные для обслуживания нескольких узлов коммутации. Использование общих контроллеров позволяет рассматривать их как единую систему коммутации, распределенную по сети. Такое решение не только упрощает алгоритмы установления соединений, но и является наиболее экономичным для операторов и поставщиков услуг, так как позволяет заменить дорогостоящие системы коммутации большой емкости небольшими, гибкими и доступными по стоимости даже небольшим поставщикам услуг.

4) *шлюзы* – позволяют осуществить подключение традиционных сетей связи (ТФОП, СПД, СПС).

Архитектура сети связи, построенная в соответствии с концепцией NGN показана на рисунке 11.5.

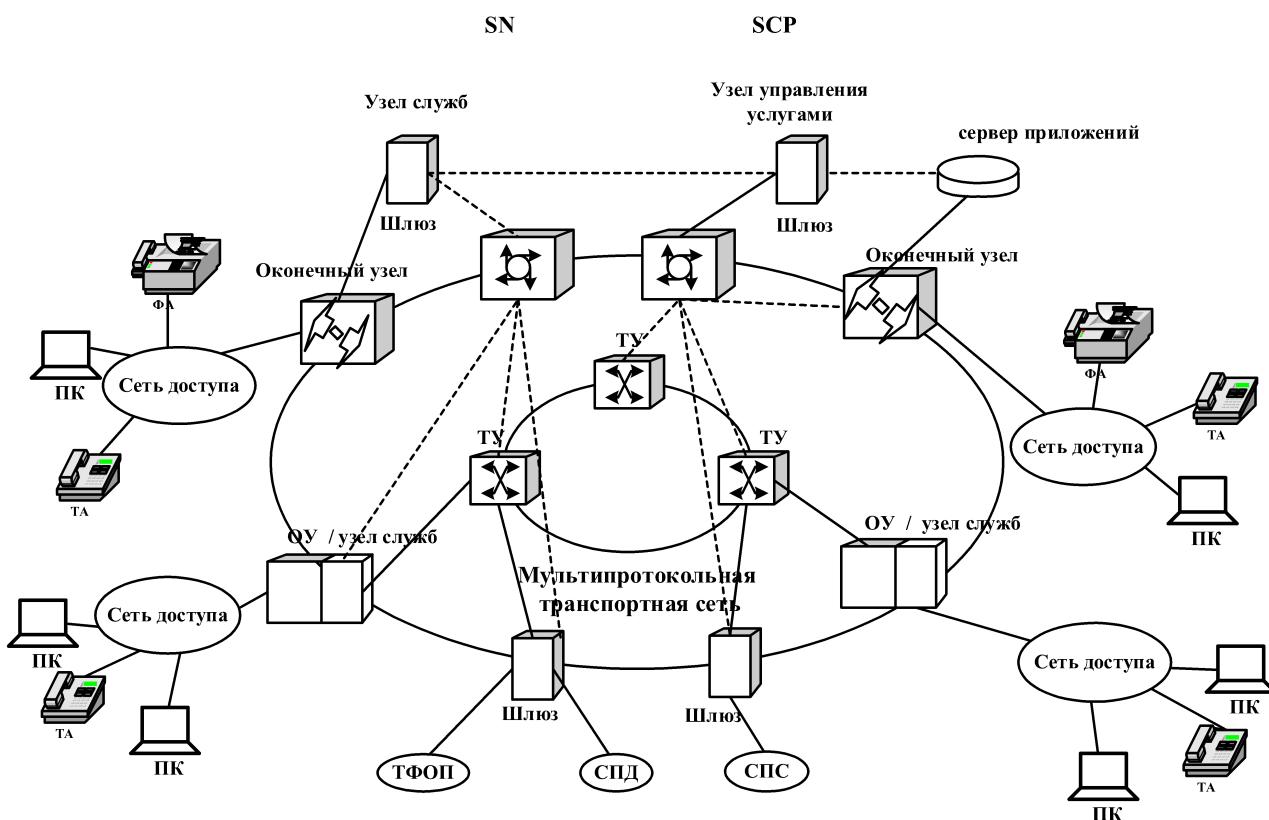


Рисунок 11.5 – Архитектура сети связи NGN

Реализация ИУ осуществляется на базе узлов служб (SN) и/или узлов управления услугами (SCP):

1) *узел управления услугами (Service Control Point – SCP)* – специализированный узел связи, осуществляющий управление предоставлением услуг в соответствии с концепцией интеллектуальной сети связи и принадлежащий оператору сети связи;

2) *узел служб (Service Node – SN)* – специализированный узел сети связи, осуществляющий предоставление ИУ и принадлежащий поставщику услуг.

Доступ пользователей может осуществляться через:

1) *интегрированные сети доступа (Access Network – AN)*, подключенные к оконечным узлам мультисервисной сети и обеспечивающие подключение пользователей как к мультисервисной сети, так и к традиционным сетям (например, ТФОП);

2) *традиционные сети (ТФОП, СПС)*, абоненты которых получают доступ к мультисервисной сети через узлы, подключенные к шлюзам.

Общими характеристиками NGN, определенными Международным союзом электросвязи (ITU) и Европейским институтом в области стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI), являются:

1) разделение функций переноса и функций управления переносом информации через сеть;

2) отделение функций услуг и приложений от функций базового соединения (от телекоммуникационной составляющей).

Таким образом, **NGN** – это распределенная архитектура, в которой связь между компонентами осуществляется через открытые интерфейсы.

Современные тенденции преобразования архитектуры сети развиваются идеи декомпозиции монолитной инфраструктуры существующей сети в построение в виде нескольких слоев, каждый из которых может создаваться независимо от других в соответствии с принципами открытых систем (рисунок 11.6).

Самой нижней плоскостью является уровень доступа и транспорта, базирующийся на трех средствах передачи: металлическом кабеле, оптическом кабеле и радиоканалах. Ведение мультисервисных абонентских концентраторов позволит обеспечить доступ к возможностям мультисервисной сети абонентам, претендующим на услуги широкополосной мультисервисной сети.

Уровни обмена и управления базируются на коммутаторах Softswitch, реализующих идею распределенной коммутации и управления.

Высшим уровнем является уровень интеллектуальных услуг, который выделен в самостоятельный подобно тому, как это сделано в интеллектуальной сети.

Вариантом **NGN** является сетевая конфигурация с Softswitch, предложенная Международным консорциумом пакетной коммутации (IPCC), который занимается продвижением различных технологий Softswitch.

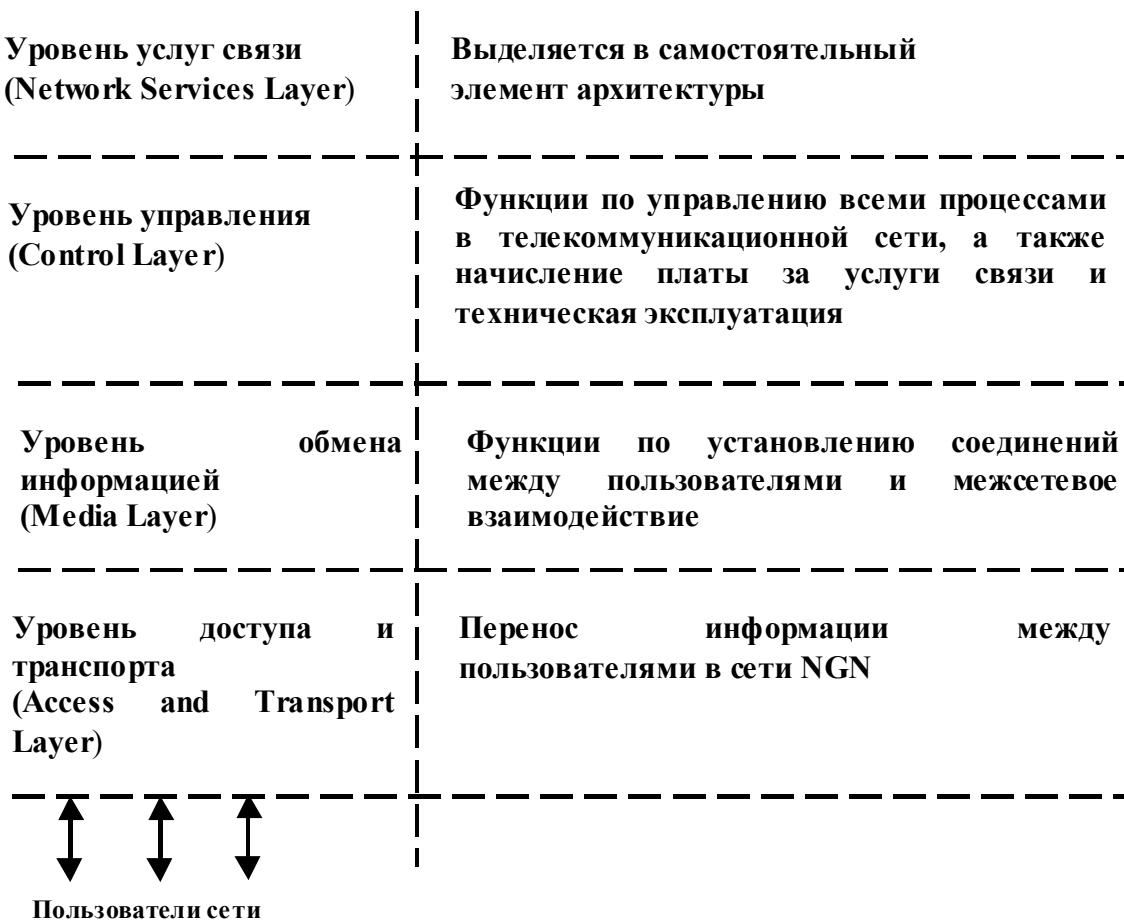


Рисунок 11.6 – Уровни NGN

Softswitch (гибкий коммутатор) является носителем интеллектуальных возможностей сети, который координирует управление обслуживанием вызовов, сигнализацию и функции, обеспечивающие установление соединения через одну или нескольких сетей.

В число функций управления обслуживанием вызова входят:

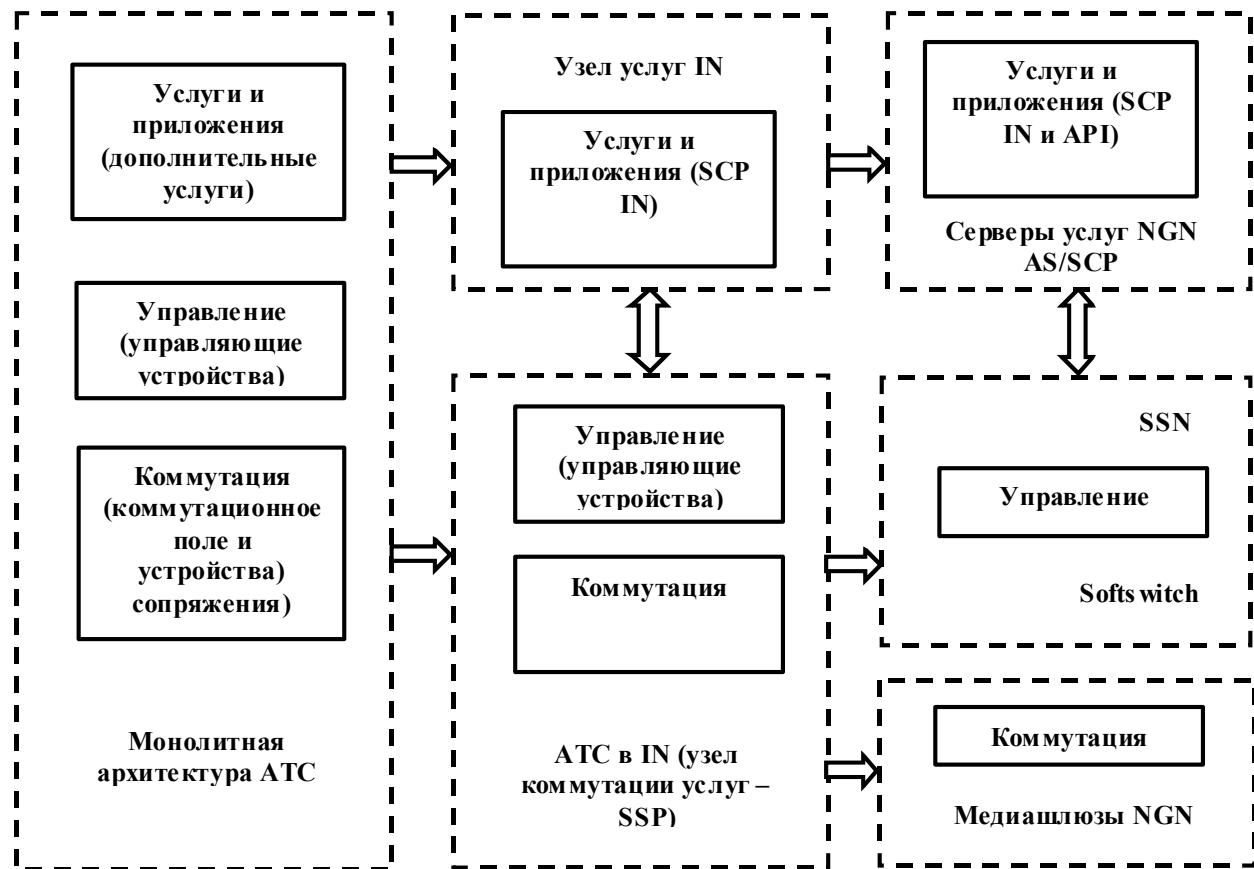
- распознавание и обработка цифр номера для определения пункта назначения;
- распознавание моментов ответа и отбоя абонентов, регистрация этих действий для начисления платы.

Softswitch координирует обмен сигнальными сообщениями между сетями, поддерживая и преобразуя существующие протоколы сигнализации.

Внедрение Softswitch позволяет изменить традиционно закрытую структуру систем коммутации. Традиционные АТС в единой структуре объединяют функции коммутации, управление обслуживанием вызовов, услуги и приложения, а также функции биллинга (автоматизированная система расчетов). Такая АТС представляет собой монолитную закрытую системную структуру, как правило, не допускающую расширения или модернизации на базе оборудования других производителей.

Попытки преобразования этого монолита предпринимались, как снизу, через сеть доступа, с помощью универсального интерфейса V5, так и сверху, через интеллектуальную сеть, с помощью протокола прикладной подсистемы интеллектуальной сети (INAP – Intelligent Network Application Part). Но все эти изменения требуют разработки оборудования и программного обеспечения высокой стоимости и длительным периодом их внедрения.

Softswitch в корне изменил традиционную закрытую структуру систем коммутации, используя принципы компонентного построения сети и открытые стандартные интерфейсы между тремя основными функциями: коммутации, управления обслуживанием вызовов, услуг и приложений. На рисунке 11.7 представлена логика декомпозиции традиционной АТС в Softswitch.



SCP – узел управления услугами IN

SSP – узел коммутации услуг

API – узел прикладного программирования

AS – сервер приложений

Рисунок 11.7 – Декомпозиция АТС в Softswitch

11.5 Управление телекоммуникационными сетями

11.5.1 Модель управления телекоммуникациями

Конкуренция и существенное расширение номенклатуры услуг связи на рынке привело к тому, что пользователя привлекает не столько наличие технической возможности организации связи, сколько качественные и

количественные показатели, такие как гарантированное качество услуги, мобильность, универсальность оборудования доступа, гарантия совместимости различных стандартов, развитая и удобная система расчета. Поэтому эффективные решения в области управления телекоммуникациями являются ключевыми компонентами сетей связи любого масштаба – от локальных сетей до национальных и международных. Оператор сети должен иметь центр управления сетями и/или услугами связи, который позволит ему реализовывать следующие функции:

- оптимально управлять существующими сетями и осуществлять проектирование перспективных сетей;
- быстро внедрять новые услуги для привлечения новых пользователей и получения дополнительных источников доходов;
- поддерживать нормативное качество обслуживания пользователей, включая минимизацию времени восстановления оборудования после сбоев и техническую поддержку пользователей;
- достигать минимума затрат на эксплуатацию при оптимальном соотношении стоимость/производительность сети [8].

Для решения задачи разработки и внедрения системы управления телекоммуникациями Международный союз электросвязи (МСЭ) рекомендует использовать концепцию **TMN - модели (Telecommunications Management Network)**, являющейся способом логического описания системы (сети) управления телекоммуникациями. Данная концепция предполагает многоуровневую иерархическую структуру управления телекоммуникациями (рисунок 11.8).

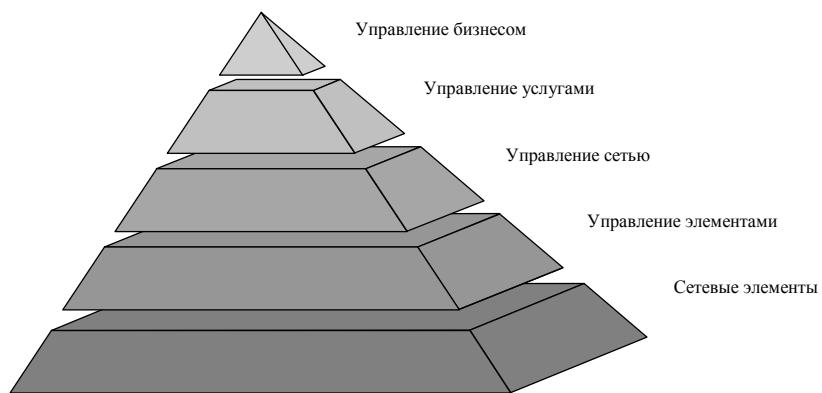


Рисунок 11.8 – Базовая модель сети управления телекоммуникациями [19]

В составе модели выделяется пять уровней:

1) **уровень сетевых элементов**, к которому относится сетевое оборудование: каналы, коммутационные системы, мультиплексоры, каналаобразующая аппаратура и т. д.;

2) **уровень управления элементами сети** – представляет собой элементарные системы управления, которые управляют отдельными элементами сети (данний уровень изолирует верхние уровни системы

управления от деталей и особенностей управления конкретным оборудованием);

3) **уровень управления сетью** – координирует работу систем управления предыдущего уровня, контролирует конфигурацию составных каналов, согласует работу транспортных подсетей разных технологий и т. п. (с помощью этого уровня сеть начинает работать как единое целое, передавая сообщения между пользователями);

4) **уровень управления услугами** – охватывает те аспекты функционирования сети, с которыми непосредственно сталкиваются абоненты или другие поставщики услуг и выполняет следующие функции: контроль качества сервиса, контроль выполнения условий контрактов на обслуживание, управление регистрационными записями абонентов и услуг, добавление или удаление пользователей, присвоение адресов, организация автоматизированных систем расчетов, взаимодействие с внешними управляющими системами;

5) **уровень бизнес-управления** – осуществляет стратегическое управление сетью с учетом финансовых аспектов деятельности организации, владеющей сетью.

Задачи управления сетью подразделяются на функциональные области:

1) *Управление конфигурацией сети и именованием* - устанавливает и модифицирует параметры элементов сети и всей сети в целом. С помощью этой группы задач определяются сетевые адреса, идентификаторы, географическое положение таких элементов как коммутационные станции, маршрутизаторы, интерфейсы «пользователь-сеть» и другие. Конфигурация сети обычно отображается на карте реальными связями между ее элементами. Управление конфигурацией сети и ее элементов может быть реализовано автоматически, полуавтоматически и вручную. В эту же группу функций входит и настройка маршрутизаторов корпоративных сетей для поддержки маршрутов и виртуальных путей «из конца в конец».

2) *Управление устранением последствий отказов* – в эту группу функций входит обнаружение и устранение последствий отказов и сбоев в работе сети (регистрация сообщений об ошибках, их фильтрация по заданному признаку, анализ причин отказов), маршрутизование потоков сообщений об ошибках к требуемому объекту системы управления, выявление проблем, для решения которых требуется привлечение специалистов. В телекоммуникационных сетях общего пользования управление устранением последствий отказов может быть реализовано как автоматически, так и полуавтоматически. В полуавтоматическом режиме система управления оформляет документы, контролирует этапы восстановительных работ, а операции восстановления работоспособности отказавших элементов выполняют люди.

3) *Управление производительностью и надежностью* – специфические функции этих задач:

- контроль выполнения соглашения об уровне обслуживания пользователей (SLA – Services Level Agreement);
- контроль интенсивности трафика направлений связи или виртуальные соединения;

- определение коэффициента готовности элемента сети (системы передачи, коммутационной станции, виртуального соединения «из конца в конец» в сети с пакетной коммутацией);

- анализ производительности и надежности сети для целей планирования и оперативного управления.

4) *Управление безопасностью* – в конкретной системе управления сетью функции управления безопасностью могут отсутствовать. Оператор телекоммуникационной сети может приобрести специальный продукт управления безопасностью, который обеспечит аутентификацию пользователей, управление полномочиями, назначение и проверку прав доступа к ресурсам сети, если эти функции не реализуются уже функционирующими операционными системами элементов сети.

5) *Учет работы сети* – в эту группу включены функции регистрации использования таких ресурсов сети, как тракты, соединения, каналы, службы, начисление платы за использование этих и других ресурсов.

11.5.2 Управление ЕСЭ РФ

Для каждого телекоммуникационного оператора основными условиями конкурентоспособности являются: обеспечение определенного уровня прибыльности, рентабельности, функциональности, управляемости, надежности эксплуатируемой сети, а также уровня обслуживания. Поэтому в настоящее время в России все телекоммуникационные операторы нуждаются в едином сетевом управлении, которое ориентировалось бы на требуемое качество обслуживания, включая быстрое время восстановления оборудования после неисправностей, и одновременно учитывало бы организационную структуру оператора, характеристики его сети (топологию, оборудования и т. д.) и существующую инфраструктуру систем управления. При внедрении современного комплекса сетевого управления оператор получает следующие преимущества:

- повышается качество услуг и обслуживания сети;
- оперативно обнаруживаются и устраняются неисправности;
- снижаются эксплуатационные расходы;
- появляется возможность повышения доходов не только за счет увеличения количества пользователей, но и за счет внедрения качественно новых услуг, что дает возможность для дальнейшего расширения и модернизации сети;
- телекоммуникационный оператор получает возможность контролировать альтернативных операторов, пользующихся той же сетью на правах присоединения;
- оператор может контролировать техническое состояние. Как отдельных сетевых элементов, так и всей сети;
- оператор получает возможность контролировать абонентские линии, управлять потоками вызовов и анализировать трафик;
- повышается качество принимаемых решений по вопросам номенклатуры услуг, ценообразования и обслуживания сети.

При создании системы управления ЕСЭ РФ необходимо использовать концепцию ТМН.

В организационном отношении иерархическая структура системы управления ЕСЭ РФ включает в себя следующие уровни (рисунок 11.9) [8]:

1) *федеральный* на котором решаются следующие задачи:

- анализ качества работы сетей и систем управления разных операторов с целью администрирования;

- централизованное управление ресурсами в чрезвычайных обстоятельствах;

- взаимодействие с системами управления других стран;

- планирование развития сетей;

- сбор и обработка статистических данных, получаемых от нижних уровней;

- регулирование взаиморасчетов операторов ЕСЭ РФ;

2) *региональный*, который координирует деятельность операторов в регионе, выделенном ему НЦУ (определяются с учетом административного деления РФ, информационного тяготения между территориями, границ расположения военных округов; в состав может входить несколько субъектов РФ; планируется 10-12 регионов);

3) *зональный* (планируется до 100 центров), обеспечивает управление ресурсами на территории одного субъекта РФ;

4) *местный* – обеспечивает управление сетевыми элементами на местных сетях.

В основе создания системы управления ЕСЭ РФ должны лежать следующие принципы:

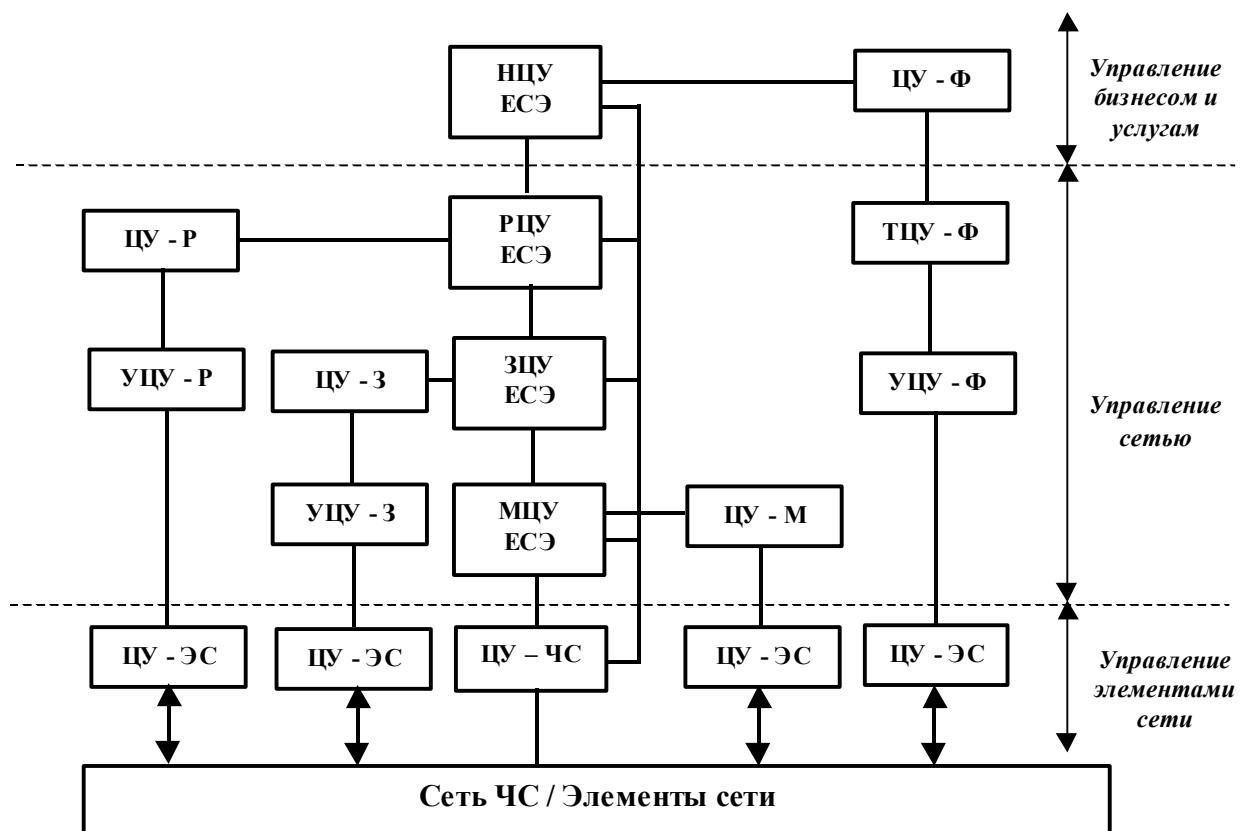
- интеграция функциональных, физических и информационных структур управления;

- создание гибкой архитектуры на основе методологии открытых систем, обеспечивающих возможность реконфигурации и развития системы управления;

- стандартизация и унификация компонентов системы управления;

- высокий уровень автоматизации системы управления;

- применение новейших технологий обработки информации.



НЦУ ЕСЭ – национальный центр управления ЕСЭ

ЦУ-Ф – ЦУ оператора федерального уровня

РЦУ ЕСЭ – региональный центр управления ЕСЭ

ЦУ-Р – ЦУ регионального уровня

ЗЦУ ЕСЭ – зональный центр управления ЕСЭ

МЦУ ЕСЭ – местный центр управления ЕСЭ

ЦУ-З – ЦУ зонального уровня

ТЦУ-Ф – территориальный ЦУ операторов федерального уровня

УЦУ-Ф – узловой ЦУ операторов федерального уровня

УЦУ-Р – узловой ЦУ регионального уровня

УЦУ-З – узловой ЦУ зонального уровня

ЦУ-М – ЦУ оператора местного уровня

ЦУ-ЭС – центр управления элементами сети

ЦУ-ЧС – центр управления чрезвычайными

Рисунок 11.9 – Структура системы управления ЕСЭ РФ

Для решения задач автоматизированного управления сетью необходим интенсивный обмен данными между объектами управления – элементами сети и системой управления. Высокоинтеллектуальные функции системы управления сетью реализуется комплексом компьютеров с мощной операционной системой (например, UNIX), обеспечивающей разделение вычислительных ресурсов для одновременно функционирующих прикладных процессов, и прикладного программного обеспечения, реализующего решение специфических задач управления.

Информационный обмен между системой управления и сетевыми элементами должен быть обеспечен сетью ПД, к характеристикам которой предъявляются жесткие требования (высокая скорость передачи данных, низкая вероятность потерь сообщений, низкая вероятность искажения информации, высокая

степень живучести). Функции системы управления могут быть разделены между группой компьютеров, рассредоточенных в сети (рисунок 11.10).

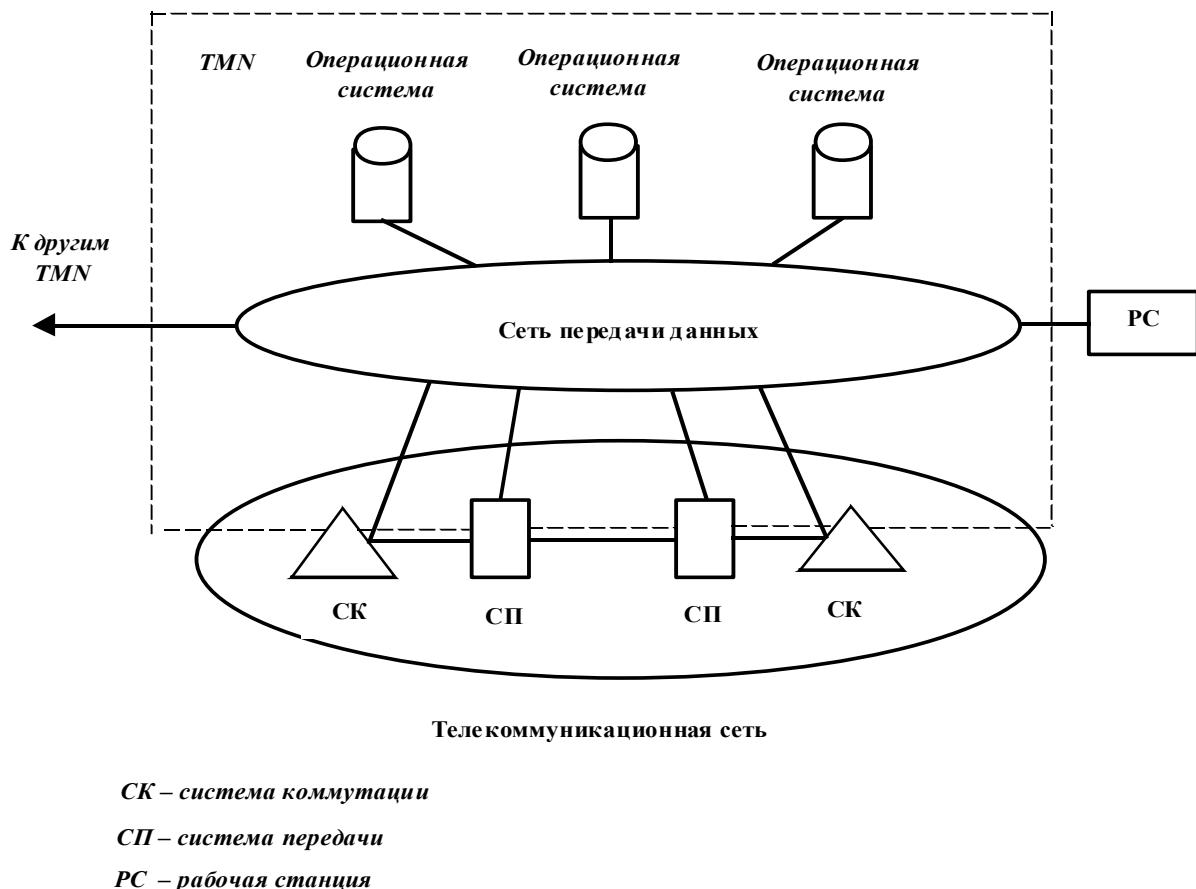


Рисунок 11.10 – Взаимодействие системы управления с телекоммуникационной сетью

Вопросы для самоконтроля:

- 1 Назначение цифровой сети с интеграцией обслуживания?
- 2 В чем заключаются особенности ЦСИО?
- 3 Какие виды каналов используются для организации доступа абонентов ЦСИО к ЦСК?
- 4 На какой скорости осуществляется базовый доступ абонентов ЦСИО к ЦСК?
- 5 На какой скорости осуществляется первичный доступ абонентов ЦСИО к ЦСК?
- 6 Какие услуги ЦСИО относятся к интерактивным?
- 7 Какие услуги ЦСИО относятся к широковещательным?
- 8 Назначение интеллектуальной сети?
- 9 Пояснить базовую архитектуру интеллектуальной сети?
- 10 Какой статус может иметь интеллектуальная сеть?
- 11 Какие коды в планах нумерации выделены для интеллектуальной сети?
- 12 Пояснить структуру номера для федеральной интеллектуальной сети.
- 13 Какие аспекты конвергенции рассматриваются в телекоммуникациях?
- 14 Что предполагает конвергенция услуг телефонии и передачи данных?
- 15 Что предполагает конвергенция фиксированных и подвижных сетей?
- 16 Что такое инфокоммуникационная услуга?
- 17 Какие требования предъявляются к перспективным сетям?

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВУ – абонентская высокочастотная установка
АИ – абонентское искание
АК – абонентский комплект
АЛ – абонентская линия
АМТС – автоматическая междугородная телефонная станция
АТС – автоматическая телефонная станция
БАЛ – блок абонентских линий
БСЛ – блок соединительных линий
ВШК – входящий шнуровой комплект
ГИ – групповое искание
ГИИ – глобальная информационная инфраструктура
ГТС – городская телефонная сеть
ДВО – дополнительные виды обслуживания
ЕСЭ – Единая сеть электросвязи
ЗСЛ – заказно-соединительные линии
ИС – интеллектуальная сеть
ИШК – исходящий шнуровой комплект
КК – коммутация каналов
КП – коммутация пакетов
КС – коммутационная система
КС – коммутация сообщений
МОС – Международная организация по стандартизации
МС – местные станции
МСЭ – международный союз электросвязи
МУ – магистральные узлы
МФТ – многофункциональный терминал
ОГСТфС – общегосударственная система автоматической телефонной связи
ОС – оконечная станция
ОУ – оконечное устройство
ПИ – предварительное искание
ПО – программное обеспечение
РАТС – районная автоматическая телефонная станция
САД – сеть абонентского доступа
СЕ – сигнальная единица
СЛ – соединительная линия
СЛМ – соединительные линии междугородные
СОгП – сети ограниченного пользования
СОП – сети общего пользования
СТС – сельская телефонная сеть
ТЕ – терминал
УАК – узел автоматической коммутации
УВС – узел входящих сообщений
УИС – узел исходящих сообщений

УПАТС – учрежденческо-производственная АТС

УС – узловая станция

ЦКП – центр коммутации пакетов

ЦКС – центр коммутации сообщений

ЦС – центральная станция

ЦСИО – цифровая сеть с интеграцией обслуживания

ЦСК – цифровая система коммутации

ЦСПАЛ - цифровая система передачи по абонентской линии)

ЦУУ – центральное управляющее устройство

ЭВОС - эталонная модель взаимодействия открытых систем

ЭУМ – электронная управляющая машина

ЭУС – электронная управляющая система

AN - Access Network – сеть доступа

ANSI – American National Standards Institute - Американский национальный институт стандартизации

BRA – Basic Rate Access – базовый доступ (2B+D)

BS –Base Station – базовая станция

CDN - Center Distribution Node - центральный узел распределения сообщений

CEPT – Conference of European Posts and Telegraphs - Европейская конференция администраций почт и электросвязи

ETSI – European Telecommunications Standards Institute - Европейский институт в области стандартизации в области телекоммуникаций

FCC – Federal Communication Commission - Федеральная комиссия по связи

GII – Global Information Infrastructure – глобальная информационная инфраструктура

IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers - Институт инженеров по электротехнике и электронике

IN - Intelligent Network – интеллектуальная сеть

ISDN – Integrated Services Digital Network – цифровая сеть с интеграцией обслуживания

ISO – International Organisation for Standardization - Международная организация по стандартизации

ITU – International Telecommunications Union – Международный союз электросвязи

MS – Mobile Station - мобильная станция

MSC – Mobile Switching Center – центр коммутации

NT - Network Termination – сетевое окончание

NU - Network Unit – выносное устройство

PRA – Primary Rate Access – первичный доступ (30B+D)

SCP - Service Control Point – узел управления услугами

SL - Signaling Link

SN - Services Node – узел предоставления услуг

SP - Signaling Point – пункт сигнализации

SSP - Service Switching Point – узел коммутации услуг

STP - Signaling Transfer Point – транзитный пункт сигнализации

SU - Signal Unit – сигнальная единица

TMN - Telecommunication Management Network сеть управления телекоммуникациями

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абилов А.В. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2004. – 288 с.
- 2 Автоматическая коммутация: Учебник для вузов/ Под ред. Ивановой О. Н. – М.: Радио и связь, 1988. – 624 с.
- 3 Аджемов А.С. Кучеряый А. Е. Система сигнализации ОКС№7. – М.: Радио и связь, 2002. – 368 с.
- 4 Артемьев М.Ю., Самоделов В. П. Программное обеспечение управляющих систем электросвязи. – М.: Радио и связь, 1990. –272 с.
- 5 Баркун М. А Цифровые системы синхронной коммутации. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 187 с.
- 6 Бежаева Е. Б., Егунов М. М. Проектирование ГТС на базе систем передачи синхронной цифровой иерархии: Учебное пособие. – Н.: СибГУТИ, 2002. –58 с.
- 7 Битнер В.И., Попов Г.Н. Нормирование качества телекоммуникационных услуг: Учебное пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 312 с.
- 8 Битнер В.И. Управление телекоммуникационной сетью: Учебное пособие. Екатеринбург: УрТИСИ ГОУ ВПО СибГУТИ, 2004. – 100 с.
- 9 Берлин А.Н. Устройства, системы и сети коммутации. – СПб.: «Петеркон», 2003. – 384с.
- 10 Быков Ю.П., Абзапарова Е.А. Теория телетрафика: Учебное пособие. – Екатеринбург: УрТИСИ ГОУ ВПО СибГУТИ, 2005. – 148 с.
- 11 Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. – 7-ое изд. – М.: Высш. шк., 2001. – 575 с.
- 12 Гаранин М.В. Сети и системы передачи информации: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
- 13 Гаранин М.Ф. Сети и системы передачи информации: Учебное пособие для вузов. – М. Радио и связь, 2001. - 336 с.
- 14 Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи. Т. 1. – М.: Радио и связь, 1998. – 423 с.
- 15 Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В. IP-телефония. – М.: Радио и связь, 2001. - 336 с.
- 16 ГОСТ Р-97. Услуги и службы электросвязи. Термины и определения.
- 17 Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 288 с.
- 18 Етрухин Н.Н. Службы обработки сообщений. Технологии электронных коммуникаций.-М.: Эко-Трендз, 1993. – Т3, ч. 2.
- 19 Засецкий А.В. Контроль качества в телекоммуникациях и связи. – М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001.
- 20 Иванова Т.И. Абонентские терминалы и компьютерная телефония. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1999. – 235 с.
- 21 Карташевский В.Г. Цифровая система коммутации АХЕ-10. – М.: Радио и связь, 2001. - 148 с.
- 22 Карташевский В.Г., Семенов С.Н. Сети подвижной связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 302 с.

- 23 Кожанов Ю.Ф. Основы автоматической коммутации. – СПб.: Simens, 1999. – 144 с.
- 24 Кох Р., Яновский Г.Г. Эволюция и конвергенция в электросвязи. – М.: Радио и связь, 2001. – 280 с.
- 25 Крестьянинов С.В., Шнепс-Шнеппе Ж.А. Интеллектуальные сети и компьютерная телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 240 с.
- 26 Крук Б.И., Попантонопуло В.Н. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 647 с.
- 27 Крук Б.И., Попантонопуло В.Н. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 2 – Современные технологии. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 647 с.
- 28 Крук Б.И., Попантонопуло В.Н. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 3 –Мультисервисные сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 592 с.
- 29 Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 с.
- 30 Лебедянцев В.В. Многофункциональный терминал на базе персонального компьютера для сети ДЭС: Учебное пособие. – Н.: СибГУТИ, 2000. – 52 с.
- 31 Лутов М.Ф., Жарков М.А. Квазиэлектронные и электронные АТС. – М.: Радио и связь, 1988.
- 32 Мейкшан В.И., Ромашова Т.И. Цифровая система коммутации EWSD: Учебное пособие. – Н.: СибГУТИ, 2003. – 62 с.
- 33 Олифер В.Г., Олифер Н.Г. Компьютерные сети. Принципы. Технологии. Протоколы: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2003. – 864 с.
- 34 Ратынский М.В. Основы сотовой связи/ Под ред. Зимина Д.Б. – 2-е издание. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.
- 35 Росляков А.В. Общеканальная система сигнализации №7. – Эко-Трендз, 1999. – 176 с. Берлин А.Н. Алгоритмическое обеспечение АТС. – М.: Радио и связь, 1986
- 36 Современные телекоммуникации. Технологии и экономика. Под ред. Довгого С.А.- М.: Эко-Трендз, 2003. – 320 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П.1 – Термины и определения общих и общетехнических понятий в области телекоммуникаций

Наименование термина	Сущность термина
Телекоммуникационная услуга (telecommunication) [facility service]	1) Результат взаимодействия на договорной основе оператора связи и заказчика телекоммуникационной услуги; 2) результат собственной деятельности оператора связи по удовлетворению с помощью технических телекоммуникационных средств потребностей пользователя услуг в осуществлении связи или в предоставлении ему такой возможности; 3) предоставление доступа к справочным, экстренным и аварийным службам и к базам данных; 4) предоставление пользователю различных удобств для
Оператор связи (network operator)	Физическое или юридическое лицо, имеющее право на предоставление телекоммуникационных услуг на основе выданной ему лицензии. Примечание - Оператор связи является поставщиком телекоммуникационных услуг
Телекоммуникационная служба (telecommunication service)	Организационно-техническая структура на телекоммуникационной сети, обеспечивающая предоставление телекоммуникационных услуг
Предоставление телекоммуникационной услуги (Ндп. Оказание услуги электросвязи)	Деятельность оператора связи, необходимая для обеспечения исполнения телекоммуникационной услуги
Расчеты за телекоммуникационные услуги	Совокупность расчетно-денежных операций, связанных с начислением платы за услугу и оплатой пользователем
Взаиморасчеты за телекоммуникационные	Распределение полученных доходов между операторами связи от их совместной деятельности по предоставлению
Характеристика телекоммуникационной услуги	Описание характерного отличительного свойства телекоммуникационной услуги. <u>Примечание</u> - Характеристика услуги может иметь количественное выражение (подвергаться измерению) или качественное выражение (подвергаться сопоставлению по качеству)
Спецификация телекоммуникационной услуги	Документ оператора связи, определяющий функциональное назначение предоставляемой пользователю телекоммуникационной услуги и содержащий описание ее характеристик с четкими нормативами, приемлемыми для оценки воспринятого
Сертификация телекоммуникационной услуги	Деятельность по подтверждению соответствия услуг установленным в стандартах требованиям (ГОСТ 50646)
Заказчик телекоммуникационной услуги	Гражданин или юридическое лицо, оплачивающий телекоммуникационную услугу в соответствии с
Пользователь телекоммуникационной услуги (user)	Заказчик услуги, а также любой человек или интеллектуальный терминал, процесс, ЭВМ, пользующийся телекоммуникационной услугой

Продолжение таблицы П.1

Спецификация предоставления телекоммуникационной услуги	Документ оператора связи: 1) определяющий средства и методы, используемые для предоставления телекоммуникационной услуги; 2) содержащий четкое описание и приемлемые нормативы характеристик процессов подготовки предоставления услуги, процесса ее предоставления и процессов, непосредственно влияющих на исполнение услуги; 3) содержащий описание характеристик необходимого для предоставления услуги окончного устройства или оборудования, приобретенного заказчиком услуги или
Атрибут пользователя телекоммуникационной услугой	Установленная характеристика пользователя телекоммуникационной услуги, предназначенная для того, чтобы отличить данного пользователя от других
Категория пользователя телекоммуникационной услуги	Принадлежность пользователя услуги электросвязи к группе, характеризуемой отличительным свойством, определяемым особыми условиями предоставления услуги электросвязи и позволяющим разделить пользователей на группы, а пользователей одной группы рассматривать как однородную совокупность
Абонент телекоммуникационной сети	Заказчик телекоммуникационной услуги, имеющий возможность пользоваться постоянными и многократными телекоммуникационными услугами на основе договора с оператором связи
Подвижный абонент	Абонент телекоммуникационной сети, имеющий возможность пользоваться телекоммуникационной услугы при перемещении вместе с переносным оконечным абонентским устройством
Стационарный абонент	Абонент телекоммуникационной сети, имеющий возможность пользоваться телекоммуникационной услугой с помощью стационарного абонентского
Абонент службы электросвязи (Subscriber)	Абонент телекоммуникационной сети, пользующийся услугой определенной телекоммуникационной службы
Арендатор технических телекоммуникационных средств	Заказчик постоянной телекоммуникационной услуги. Примечание - Арендатор может сам выступать как оператор связи, обеспечивая предоставление услуг на базе арендованных им телекоммуникационных средств
Клиент телекоммуникационной службы (customer, client)	Заказчик телекоммуникационной услуги, которому предоставляется многократная услуга в пункте общего пользования
Телекоммуникационная связь	Всякая передача или прием знаков, сигналов, письменного текста, изображений, звуков по проводной, радио-, оптической и другим электромагнитным системам
Вид телекоммуникаций	Способ передачи информации, обеспечиваемый техническими телекоммуникационными средствами и определяемый формой представления информации для
Информация	Сведения, являющиеся объектом некоторых операций: передачи, распределения, преобразования, хранения или непосредственного использования

Продолжение таблицы П.1

Сообщение	Форма представления информации для хранения, обработки, преобразования или непосредственного использования (например, текст, речь, изображение, цифровые данные, электрические колебания и т.д.)
Звуковое сообщение	Сообщение в виде звуковых сигналов
Речевое сообщение	Звуковое сообщение в виде речевых сигналов
Телекоммуникационное сообщение	Форма представления информации телекоммуникационными сигналами, подлежащими передаче (приему) с помощью телекоммуникационных средств. <u>Примечание</u> - В зависимости от вида телекоммуникационной связи, используемой для передачи (приема) информации пользователю, телекоммуникационным сообщениям присваивают наименования: телефонное сообщение, телеграфное сообщение, факсимильное сообщение и т.д.
Телекоммуникационная сеть	Технологическая система, обеспечивающая один или несколько видов телекоммуникационной связи, например, телефонную связь, телеграфную связь, факсимильную связь, передачу данных и другие виды документальной электросвязи, включая обмен информацией между ЭВМ, радиосвязь, телевизионное
Цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС)	Цифровая сеть, поддерживающая ряд различных телекоммуникационных служб и реализованная средствами интегральной цифровой сети связи
Односторонняя связь	Способ связи, обеспечивающий передачу информации только в одном направлении
Двусторонняя связь	Способ связи, обеспечивающий передачу информации в двух направлениях
Вещательная программа	Комплекс различных тематических передач для пользователей телекоммуникационных услуг. Примечание - Различают телевизионные программы и программы звукового вещания
Оконечное устройство	Телекоммуникационное оборудование, установленное и подключенное к сети для обеспечения доступа пользователя к телекоммуникационным службам
Абонентское оконечное устройство	Оконечное устройство, устанавливаемое в помещении абонента и находящееся в его пользовании
Пункт общего пользования	Место, оборудованное оконечным устройством (устройствами) и позволяющее клиентам пользоваться телекоммуникационными услугами. <u>Примечание</u> - Примером пункта общего пользования может быть междугородный переговорный пункт, пункт приема телеграмм, таксофон, бюро службы бюрофакс

Таблица П.2 – Основные виды служб телекоммуникационных сетей

Наименование службы	Определение
Абонентская/ клиентская	Телекоммуникационная служба, обеспечивающая предоставление телекоммуникационной услуги только абонентам/ клиентам этой службы
Диалоговая [conversational service)	Телекоммуникационная служба, обеспечивающая предоставление услуги путем организации двусторонней связи с минимальной задержкой по передаче информации между пользователями
Распределительная (bearer service)	Телекоммуникационная служба, обеспечивающая предоставление услуги путем организации односторонней связи между одним абонентским оконечным устройством, выполняющим роль передатчика, и несколькими другими, выполняющими роль приемников
Переноса	Телекоммуникационная служба, обеспечивающая возможность передачи сигналов между стыками «оконечное устройство -
Телеслужба (Teleservice)	Телекоммуникационная служба, обеспечивающая на базе службы переноса и оконечных устройств пользователя предоставление услуг по передаче различных видов информации
Телефонная (telephone service)	Диалоговая телеслужба, обеспечивающая возможность в предоставлении телефонных разговоров
Телеграфная (telegraph service)	Телеслужба, обеспечивающая возможность низкоскоростной передачи текстовых сообщений
Передачи телеграмм (общего пользования)	Телеграфная служба, обеспечивающая прием телеграмм от клиентов-отправителей, передачу телеграмм, а также их доставку адресатам
Телекс (telex)	Абонентская телеграфная служба, обеспечивающая обмен сообщениями в виде текста или данных между абонентами этой службы в диалоговом режиме
Передачи данных (data transmission)	Служба переноса, обеспечивающая предоставление определенного набора услуг передачи данных
Телематическая (telematics service)	Телеслужба, обеспечивающая в дополнение к услугам основных телекоммуникационных служб, таких, как телеграфная, телефонная или служба передачи данных, предоставление услуг по подготовке, хранению и передаче сообщений с использованием программных средств оконечных устройств
Телефакс (telefax)	Абонентская телематическая служба общего пользования, обеспечивающая передачу по телекоммуникационной сети факсимильных сообщений между абонентскими оконечными
Бюро факс (bureaufax)	Клиентская телематическая служба общего пользования, обеспечивающая передачу по телекоммуникационной сети факсимильных сообщений между оконечными устройствами,
Комфакс	Телематическая служба, обеспечивающая в телекоммуникационной сети промежуточное накопление, хранение и последующую передачу факсимильных сообщений
Видеотекс (videotex)	Телематическая служба, обеспечивающая абонентам этой службы возможность обращаться к базам данных через телекоммуникационные сети для получения необходимой

Продолжение таблицы П.2

Телетекст (teletext)	Телематическая служба, обеспечивающая передачу справочной информации пользователям услуг службы телевизионного
Телеконференции (teleconference service)	Телеслужба, обеспечивающая с помощью телекоммуникационных сетей проведение в реальном масштабе времени конференции отдельных лиц или групп лиц, которые
Обработки сообщений (message handling service)	Телематическая служба, обеспечивающая передачу сообщений между абонентскими окончными устройствами с использованием промежуточного накопления, а в случае необходимости - преобразование сообщений
Мультимедиа	Телеслужба, обеспечивающая предоставление абоненту этой службы возможности с помощью одного абонентского окончного устройства осуществлять одновременную передачу и прием по телекоммуникационной сети (сетям) сообщений более чем одного вида: звук, текст, подвижные и неподвижные
Передачи газет	Распределительная телекоммуникационная служба, обеспечивающая передачу сигналов изображения газетных полос из центра передачи газет в пункты приема местных типографий системы децентрализованной печати газет
Вещания (broadcasting service)	Распределительная телекоммуникационная служба, обеспечивающая трансляцию вещательных программ
Кабельного телевидения	Служба телевизионного вещания, обеспечивающая трансляцию сигналов телевизионных программ по кабелю связи
Служба связи с подвижными абонентами	Служба радиосвязи, обеспечивающая связь абонентов этой службы, перемещающихся на суше, на море или в воздушном пространстве
Справочно-информационная	Телекоммуникационная служба, обеспечивающая предоставление пользователям различной справочной информации о телекоммуникационных услугах, об адресах абонентов сети, о номерах абонентских окончных устройств, о порядке и правилах предоставления телекоммуникационных услуг

Екатерина Владимировна Букрина

СЕТИ СВЯЗИ И СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Учебное пособие

Подписано в печать 30.11.07
формат бумаги 62x84/16, отпечатано на ризографе,
шрифт № 10
печ. л. 10,8 тираж 100, заказ 449
Типография УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ»
620109, Екатеринбург, ул. Репина, 15