

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный университет путей сообщения» в г.Саратове
Филиал СамГУПС в г. Саратове

КУРС ЛЕКЦИЙ

ПМ.02 Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт транспортного
радиоэлектронного оборудования

МДК 02.03. Основы технического обслуживания и ремонта оборудования и
устройств оперативно-технологической связи на транспорте

Тема 3.2 Системы телекоммуникаций

для студентов специальности

11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования
(по видам транспорта)

Саратов 2023

РАССМОТРЕНО

на заседании методического совета

Протокол №1 от 21.09.2023

СОГЛАСОВАНО

Протокол №1 от 31.08.2023

Председатель ЦМК 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)

_____/Ю.А. Солдатенко/

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе

_____/С.П. Крижановский/

Автор (составитель)

Соболева А.Б. – преподаватель высшей квалификационной категории филиал СамГУПС в г. Саратове

Рецензент:

Глухова И.В.- преподаватель высшей квалификационной категории филиала СамГУПС в г. Саратове

Содержание

1 Принципы телефонной передачи	5
1.1 Звук, его распространение, основные определения и законы акустики.	5
1.2 Электроакустические преобразователи, их типы и эксплуатационные характеристики.	20
1.3 Схемы телефонной передачи, местный эффект и способы его устранения.	28
1.4 Телефонные аппараты, их классификация, эксплуатационные характеристики, принцип действия, область применения	35
2 Основы автоматической коммутации	44
2.1 Способы коммутации, типы и принцип построения автоматических телефонных станций (АТС)	44
2.2 Коммутационные приборы и управляющие устройства АТС. Построение коммутационных полей и способы искания в них	50
2.3 Принципы построения сетей телефонной связи с коммутацией каналов, системы нумерации.	69
2.4 Системы межстанционной сигнализации на аналоговых и цифро-аналоговых сетях. Основы построения систем с коммутацией каналов	81
3 Основы построения цифровых коммутационных станций (АТСЦ)	90
3.1 Назначение цифровых коммутационных станций (АТСЦ) Состав оборудования АТСЦ	90
3.2 Принцип построения АТСЦ разной емкости.	97
3.3 Способы построения цифрового коммутационного поля	100
3.4 Построение управляющих устройств АТСЦ.	108
3.5 Элементная база цифровых коммутационных станций	110
3.6 Программное обеспечение, базы данных цифровых коммутационных станций	112

4 Основы построения сети общетехнологической телефонной связи (ОбТС) ОАО «РЖД»	116
4.1 Структура сети ОбТС.	116
4.2 Особенности построения сети ОбТС железнодорожного транспорта на основе цифровых коммутационных станций	118
4.3 Состав и уровни сети ОбТС	122
4.4 Местные сети ОбТС	128
4.5 Взаимодействие местной сети ОбТС с телефонными сетями связи общего пользования.	131
4.6 Организация абонентского доступа.	131
4.7 Цифровые абонентские линии	133
4.8 Междугородные сети ОбТС: принципы организации, виды соединений и способы их установления.	136
4.9 Междугородные телефонные станции (МТС)	139
5 Автоматизация междугородной сети ОбТС	141
5.1 Организация автоматической связи	141
5.2 Системы нумерации	143
5.3 Комплекты междугородной автоматической связи	145
6 Цифровые телефонные сети связи	147
6.1 Принципы построения узкополосных цифровых сетей связи с интеграцией услуг (ISDN)	147
6.2 Интерфейсы и протоколы	154
6.3 Системы сигнализации и области их применения	159
6.4 Система синхронизации цифровых сетей с интеграцией услуг ISDN	167
6.5 Системы сигнализации ведомственных сетей	169
6.6 Системы сигнализации сетей общего пользования	170
6.7 Области применения систем сигнализации разных видов	171
6.8 Дополнительные виды услуг	171
6.9 Принципы организации телефонной связи на базе IP-протоколов (IP-телефония)	175

6.10	Основы технологии TCP/IP	179
6.11	Построение сетей IP-телефонии	185
6.12	Адресация в IP-сетях	188
6.13	Виды соединений в сети IP-телефонии	198
6.14	Качество передачи речи в сети IP-телефонии	199
6.15	Применение IP-телефонии	201
7	Сети мобильной сотовой связи	209
7.1	Принципы организации сотовой и микросотовой сетей мобильной телефонной связи.	209
7.2	Принцип построения сети и базовые элементы сети	214
7.3	Аналоговые стандарты сотовой связи.	220
7.4	Система сотовой связи для железнодорожного транспорта	221
8	Техническое обслуживание и эксплуатация АТС	229
8.1	Система технического обслуживания (ТО): виды и методы ТО.	229
8.2	Техническое обслуживание программно-управляемых АТС.	231
8.3	Система централизованного технического обслуживания цифровых АТС	233

1 Принципы телефонной передачи

1.1 Звук, его распространение, основные определения и законы акустики

Акустика - раздел физики, изучающий упругие волны от самых низких частот до самых высоких. В узком смысле - учение о звуке.

Звук - упругие колебания и волны, распространяющиеся в газообразных, жидких и твердых веществах; в узком смысле - явление, субъективно воспринимаемое органами слуха человека и животных.

В норме ухо человека слышит звук в диапазоне частот от 16 Гц до 20 кГц. Однако с возрастом верхняя граница этого диапазона уменьшается

Таблица 1.1- Порог слышимости человека

Возраст	Верхняя граница частоты, Гц
Дети	22 000
До 20 лет	20 000
35 лет	$\approx 15\,000$
50 лет	$\approx 12\,000$

Звук с частотой ниже 16-20 Гц называется инфразвуком, выше 20 кГц-ультразвуком, а самые высокочастотные упругие волны в диапазоне от 10^9 до 10^{12} Гц - гиперзвуком.

Звуки, встречающиеся в природе, разделяют на несколько видов.

Тон это звук, представляющий собой периодический процесс. Основной характеристикой тона является частота. Простой тон создается телом, колеблющимся по гармоническому закону (например, камертоном). Сложный тон создается периодическими колебаниями, которые не являются гармоническими (например, звук музыкального инструмента, звук, создаваемый речевым аппаратом человека).

Шум- это звук, имеющий сложную неповторяющуюся временную зависимость и представляющий собой сочетание беспорядочно изменяющихся сложных тонов (шелест листьев).

Звуковой удар- это кратковременное звуковое воздействие (хлопок, взрыв, удар, гром).

Сложный тон, как периодический процесс, можно представить в виде суммы простых тонов (разложить на составляющие тоны). Такое разложение называется спектром.

Акустический спектр тона- это совокупность всех его частот с указанием их относительных интенсивностей или амплитуд.

Наименьшая частота в спектре (ν) соответствует основному тону, а остальные частоты называют обертонами или гармониками. Обертоны имеют частоты, кратные основной частоте: $2\nu, 3\nu, 4\nu, \dots$

Обычно наибольшая амплитуда спектра соответствует основному тону. Именно он воспринимается ухом как высота звука. Обертоны создают «окраску» звука. Звуки одной и той же высоты, созданные разными инструментами, воспринимаются ухом по-разному именно из-за различного соотношения между амплитудами обертонов. На рисунке 1.1 показаны спектры одной и той же ноты ($\nu = 100$ Гц), взятой на рояле и кларнете.

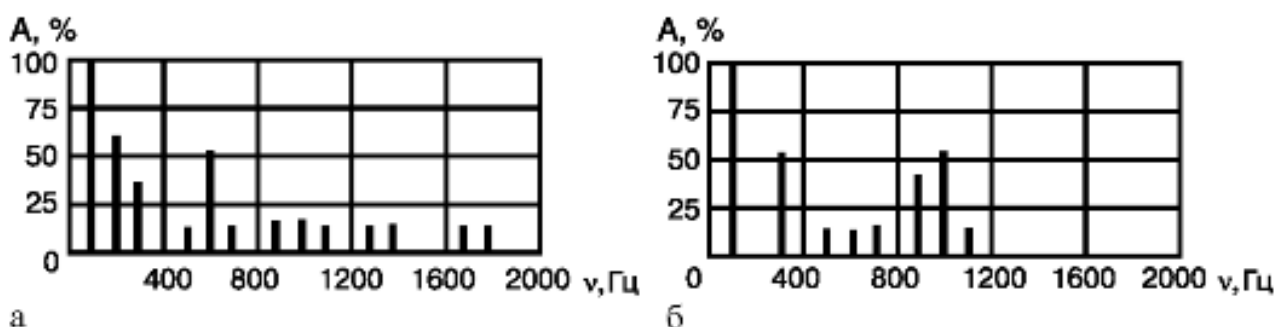


Рисунок 1.1 - Спектры ноты рояля (а) и кларнета (б)

Акустический спектр шума является сплошным.

Звук распространяется в любой среде, кроме вакуума. Скорость его распространения зависит от упругости, плотности и температуры среды, но не зависит от частоты колебаний. Скорость звука в газе зависит от его молярной массы (М) и абсолютной температуры (Т):

$$U = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}, \quad (1.1)$$

где U – скорость распространения звука, м/с;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль;

γ – отношение теплоемкостей газа при постоянном объеме.

От давления скорость звука не зависит.

Для воздуха ($M=0,029$ кг/моль, $\gamma = 1,4$) в интервале температур -50°C - $+50^{\circ}\text{C}$ можно пользоваться приближенной формулой

$$U=331+0,6T, \quad (1.2)$$

где U – скорость распространения звука м/с.

Скорость звука в воде равна 1500 м/с; близкое значение имеет скорость звука и в мягких тканях организма.

Звуковое давление. Распространение звука сопровождается изменением давления в среде (рис. 1.1).

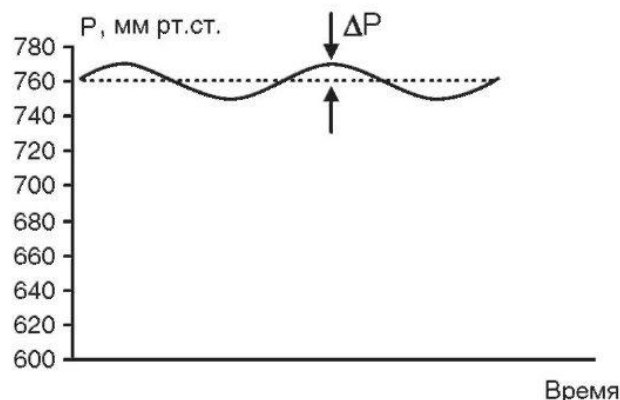


Рисунок 1.2 -Изменение давления в среде при распространении звука.

Именно изменения давления вызывают колебания барабанной перепонки, которые и определяют начало такого сложного процесса, как возникновение слуховых ощущений.

Звуковое давление(ΔP) - это амплитуда тех изменений давления в среде, которые возникают при прохождении звуковой волны.

Интенсивность звука (I). Распространение звуковой волны сопровождается переносом энергии.

Интенсивность звука- это плотность потока энергии, переносимой звуковой волной.

В однородной среде интенсивность звука, испущенного в данном направлении, убывает по мере удаления от источника звука. При использовании волноводов можно добиться и увеличения интенсивности. Типичным примером такого волновода в живой природе является ушная раковина.

Связь между интенсивностью (I) и звуковым давлением (ΔP) выражается следующей формулой:

$$I = \frac{\Delta P^2}{2\rho v}, \quad (1.3)$$

где I – интенсивность, Вт/м²;

ΔP – звуковое давление, Па;

ρ - плотность среды;

v - скорость звука в ней км/ч.

Минимальные значения звукового давления и интенсивности звука, при которых у человека возникают слуховые ощущения, называются порогом слышимости.

Для уха среднего человека на частоте 1 кГц порогу слышимости соответствуют следующие значения звукового давления (ΔP_0) и интенсивности звука (I_0):

$$\Delta P_0 = 3 \times 10^{-5} \text{ Па } (\approx 2 \times 10^{-7} \text{ мм рт.ст.}); I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2.$$

Значения звукового давления и интенсивности звука, при которых у человека возникают выраженные болевые ощущения, называются порогом болевого ощущения.

Для уха среднего человека на частоте 1 кГц порог болевого ощущения соответствуют следующие значения звукового давления (ΔP_m) и интенсивности звука (I_m):

$$\Delta P_m = 100 \text{ Па } (\approx 1 \text{ мм рт. ст.}); I_m = 10 \text{ Вт/м}^2$$

Уровень интенсивности (L). Отношение интенсивностей, соответствующих порогам слышимости и болевого ощущения, столь велико ($I_m/I_0 = 10^{13}$), что на практике используют логарифмическую шкалу, вводя специальную безразмерную характеристику - уровень интенсивности

Уровнем интенсивности называют десятичный логарифм отношения интенсивности звука к порогу слышимости:

$$L_B = \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = 2 \lg\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0}\right), \quad (1.4)$$

Единицей измерения уровня интенсивности является белл

Обычно используют более мелкую единицу уровня интенсивности – децибел (дБ): 1 дБ = 0,1 Б. Уровень интенсивности в децибелах вычисляется по следующим формулам:

$$L_{\text{дБ}} = 10 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = 20 \lg\left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0}\right), \quad (1.5)$$

Логарифмический характер зависимости уровня интенсивности от самой интенсивности означает, что при увеличении интенсивности в 10 раз уровень интенсивности возрастает на 10 дБ.

Таблица 1.2 - Характеристики часто встречающихся звуков

Интенсивность, Вт/м ²	I_0	$10 \times I_0$	$10^2 \times I_0$	$10^3 \times I_0$
Уровень интенсивности, дБ	0	10	20	30

Если человек слышит звуки, приходящие с одного направления от нескольких некогерентных источников, то их интенсивности складываются:

$$I = I_1 + I_2 + \dots \quad (1.6)$$

Высокий уровень интенсивности звука приводит к необратимым изменениям в слуховом аппарате. Так, звук в 160 дБ может вызвать разрыв барабанной перепонки и смещение слуховых косточек в среднем ухе, что приводит к необратимой глухоте. При 140 дБ человек ощущает сильную боль, а продолжительное действие шума в 90-120 дБ приводит к поражению слухового нерва.

1.1.1 Характеристики слухового ощущения. Звуковые измерения

Звук является объектом слухового ощущения. Он оценивается человеком субъективно. Все субъективные характеристики слухового ощущения связаны с объективными характеристиками звуковой волны.

Воспринимая звуки, человек различает их по высоте и тембру.

Высота тона обусловлена прежде всего частотой основного тона (чем больше частота, тем более высоким воспринимается звук). В меньшей степени высота зависит от интенсивности звука (звук большей интенсивности воспринимается более низким).

Тембр- это характеристика звукового ощущения, которая определяется его гармоническим спектром. Тембр звука зависит от числа обертонов и от их относительных интенсивностей.

1.1.2 Закон Вебера-Фехнера. Громкость звука

Использование логарифмической шкалы для оценки уровня интенсивности звука хорошо согласуется с психофизическим законом Вебера-Фехнера:

Если увеличивать раздражение в геометрической прогрессии (т.е. в одинаковое число раз), то ощущение этого раздражения возрастает в арифметической прогрессии (т.е. на одинаковую величину).

1.1.3 Громкостью звука называют интенсивность (силу) слуховых ощущений.

Ухо человека имеет различную чувствительность к звукам различных частот. Для учета этого обстоятельства можно выбрать некоторую опорную частоту, а восприятие остальных частот сравнивать с нею. По договоренности опорную частоту приняли равной 1 кГц (по этой причине и порог слышимости I_0 установлен для этой частоты).

Для чистого тона с частотой 1 кГц громкость (E) принимают равной уровню интенсивности в децибелах:

$$E = 10 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right), \quad (1.7)$$

Для остальных частот громкость определяют путем сравнения интенсивности слуховых ощущений с громкостью звука на опорной частоте.

Громкость звука равна уровню интенсивности звука (дБ) на частоте 1 кГц, вызывающего у «среднего» человека такое же ощущение громкости, что и данный звук.

Единицу громкости звука называют фоном.

Таблица 1.3- Уровень громкости от частоты при уровне интенсивности 60 дБ.

Частота, Гц	50	100	200	500	1000	2000	5000	10 000
Громкость, фон	10	30	47	57	60	64	59	49

1.1.4 Кривые равной громкости

Детальную связь между частотой, громкостью и уровнем интенсивности изображают графически с помощью кривых равной громкости. Эти кривые демонстрируют зависимость уровня интенсивности $L_{дБ}$ от частоты ν звука при заданной громкости звука.

Нижняя кривая соответствует порогу слышимости. Она позволяет найти пороговое значение уровня интенсивности ($E = 0$) при заданной частоте тона.

С помощью кривых равной громкости можно найти громкость звука, если известны его частота и уровень интенсивности.

1.1.5 Звуковые измерения

Кривые равной громкости отражают восприятие звука средним человеком.

Для оценки слуха конкретного человека применяется метод тональной пороговой аудиометрии.

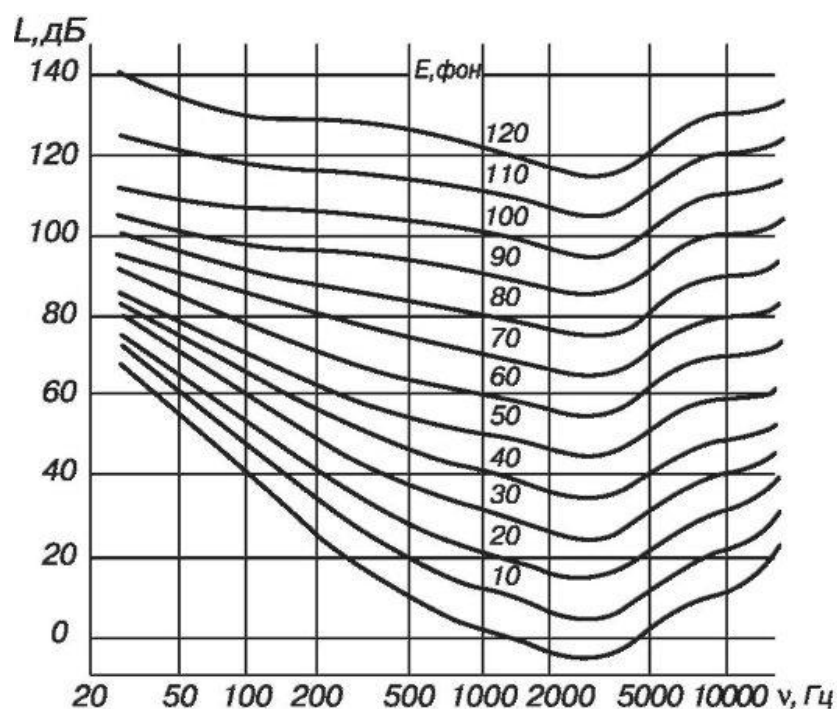


Рисунок. 1.2 -Кривые равной громкости

Аудиометрия - метод измерения остроты слуха. На специальном приборе (аудиометре) определяется порог слухового ощущения, или порог восприятия, $L_{\text{п}}$ на разных частотах. Для этого с помощью звукового генератора создают звук заданной частоты и, увеличивая уровень интенсивности L , фиксируют пороговый уровень интенсивности $L_{\text{п}}$, при котором у испытуемого появляются слуховые ощущения. Меняя частоту звука, получают экспериментальную зависимость $L_{\text{п}}(\nu)$, которую называют аудиограммой.

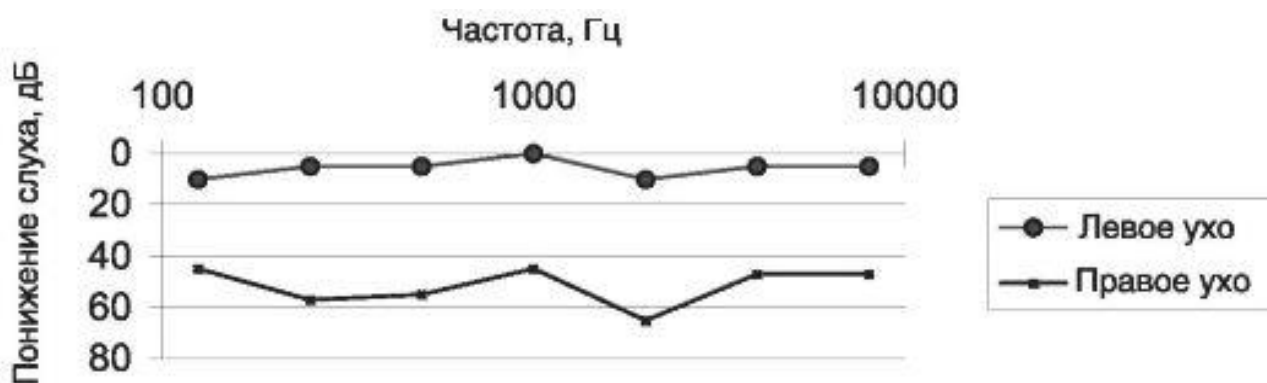


Рисунок 1.3 - Аудиограммы

Нарушение функции звуковоспринимающего аппарата может привести к тугоухости - стойкому снижению чувствительности к различным тонам и шепотной речи.

Для измерения громкости сложного тона или шума используют специальные приборы - шумомеры. Звук, принимаемый микрофоном, преобразуется в электрический сигнал, который пропускается через систему фильтров. Параметры фильтров подобраны так, что чувствительность шумомера на различных частотах близка к чувствительности человеческого уха.

1.1.5. Прохождение звука через границу раздела среды

При падении звуковой волны на границу раздела между двумя средами звук частично отражается, а частично проникает во вторую среду. Интенсивности отраженной и прошедшей через границу волн определяются соответствующими коэффициентами.

Коэффициент отражения (r) – величина, равная отношению интенсивностей отражённой и падающей волн:

$$r = I_{\text{отр}}/I_{\text{пад}} , \quad (1.8)$$

Коэффициент проникновения (β) – величина, равная отношению интенсивности прошедшей и падающей волн:

$$\beta = I_{\text{прош}}/I_{\text{пад}} , \quad (1.9)$$

Сумма коэффициентов отражения и преломления равно единице:

$$r + \beta = 1 , \quad (1.10)$$

Для расчета коэффициентов отражения и проникновения используется специальная физическая величина, называемая волновым сопротивлением.

Волновым сопротивлением среды (R_a) называется произведение плотности среды (ρ) на скорость распространения звука (v):

$$R_a = \rho v, \quad (1.11)$$

Величины коэффициентов отражения и проникновения определяются отношением (x) волновых сопротивлений граничащих сред:

$$x = \frac{R_{\text{меньше}}}{R_{\text{больше}}}, \quad (1.12)$$

При нормальном падении звуковой волны на границу раздела сред справедливы следующие формулы:

$$r = \left(\frac{1-x}{1+x} \right)^2, \quad (1.13)$$

$$\beta = 4x/(1+x)^2, \quad (1.14)$$

Из формулы (1.13) видно, что чем сильнее различаются волновые сопротивления сред, тем большая доля энергии отражается на границе раздела. В частности, если величина x близка к нулю, то коэффициент отражения близок к единице. Например, для границы воздух-вода $x = 3 \times 10^{-4}$, а $r = 99,88 \%$. То есть отражение является практически полным.

Отметим, что значения коэффициентов отражения и преломления не зависят от того порядка, в котором звук проходит данные среды. Например, для перехода звука из воздуха в воду значения коэффициентов такие же, как для перехода в обратном направлении.

1.1.6 Звуковые методы исследования

Звук может быть источником информации о состоянии органов человека.

Аускультация - непосредственное выслушивание звуков, возникающих внутри организма. По характеру таких звуков можно определить, какие именно процессы протекают в данной области тела, и в некоторых случаях установить диагноз. Приборы, применяемые для выслушивания: стетоскоп, фонендоскоп.

Фонендоскоп состоит из полый капсулы с передающей мембраной, которая прикладывается к телу, от нее идут резиновые трубки к уху врача. В полый капсуле возникает резонанс столба воздуха, вызывающий усиление звучания и, следовательно, улучшение выслушивания. Выслушиваются дыхательные шумы, хрипы, тоны сердца, шумы в сердце.

В клинике используются установки, в которых выслушивание осуществляется при помощи микрофона и динамика. Широко применяется запись звуков с помощью магнитофона на магнитную ленту, что дает возможность их воспроизведения.

Фонокардиография - графическая регистрация тонов и шумов сердца и их диагностическая интерпретация. Запись осуществляется с помощью фонокардиографа, который состоит из микрофона, усилителя, частотных фильтров, регистрирующего устройства.

Перкуссия - исследование внутренних органов посредством постукивания по поверхности тела и анализа возникающих при этом звуков. Постукивание осуществляется либо с помощью специальных молоточков, либо при помощи пальцев.

Если в замкнутой полости вызвать звуковые колебания, то при определенной частоте звука воздух в полости начнет резонировать, усиливая тот тон, который соответствует размеру полости и ее положению. Схематично тело человека можно представить суммой разных объемов: газонаполненных (легкие), жидких (внутренние органы), твердых (кости). При ударе по поверхности тела возникают колебания с разными частотами. Часть из них погаснет. Другие совпадут с

собственными частотами пустот, следовательно, усилятся и из-за резонанса будут слышны. По тону перкуторных звуков определяют состояние и топографию органа.

1.1.7 Факторы, определяющие профилактику шума.

Для профилактики шума необходимо знать основные факторы, определяющие его воздействие на организм человека: близость источника шума, интенсивность шума, длительность воздействия, ограниченность пространства, в котором действует шум.

Длительное воздействие шума вызывает сложный симптоматический комплекс функциональных и органических изменений в организме (и не только органа слуха).

Воздействие длительного шума на ЦНС проявляется в замедлении всех нервных реакций, сокращении времени активного внимания, снижении работоспособности.

После длительного действия шума изменяется ритм дыхания, ритм сердечных сокращений, возникает усиление тонуса сосудистой системы, что приводит к повышению систолического и диастолического уровня кровяного давления. Изменяется двигательная и секреторная деятельность желудочно-кишечного тракта, наблюдается гиперсекреция отдельных желез внутренней секреции. Имеет место повышение потливости. Отмечается подавление психических функций, особенно памяти.

Специфическое действие оказывает шум на функции органа слуха. Ухо, как и все органы чувств, способно адаптироваться к шуму. При этом под действием шума порог слышимости повышается на 10-15 дБ. После прекращения шумового воздействия нормальное значение порога слышимости восстанавливается только через 3-5 минут. При высоком уровне интенсивности шума (80-90 дБ) его утомляющее действие резко усиливается. Одной из форм расстройства функции органа слуха, связанной с длительным воздействием шума, является тугоухость.

Сильное воздействие как на физическое, так и на психологическое состояние человека оказывает рок-музыка. Современная рок-музыка создает шум в диапазонах от 10 Гц до 80 кГц. Экспериментально установлено, что если основной ритм, задаваемый ударными инструментами, имеет частоту 1,5 Гц и имеет мощное музыкальное сопровождение на частотах 15-30 Гц, то у человека наступает сильное возбуждение. При ритме с частотой 2 Гц при таком же сопровождении человек впадает в состояние, близкое наркотическому опьянению. На рок-концертах интенсивность звука может превышать 120 дБ, хотя человеческое ухо настроено наиболее благоприятно на среднюю интенсивность 55 дБ. При этом могут возникать контузии звуком, звуковые «ожоги», потеря слуха и памяти.

Шум оказывает вредное воздействие и на орган зрения. Так, длительное воздействие производственного шума на человека, находящегося в затемненном помещении, приводит к заметному снижению активности сетчатки глаза, от которой зависит работа глазного нерва, а следовательно, и острота зрения.

Защита от шума достаточно сложна. Это связано с тем, что вследствие сравнительно большой длины волны звук огибает препятствия (дифракция) и звуковая тень не образуется (рис. 1.4).

Кроме того, многие материалы, применяемые в строительстве и технике, имеют недостаточно высокий коэффициент поглощения звука.

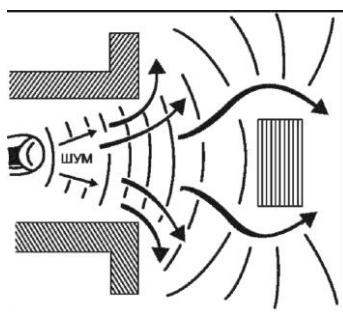


Рисунок 1.4 - Дифракция звуковых волн

Эти особенности требуют специальных средств борьбы с шумами, к которым относятся подавление шумов, возникающих в самом источнике, использование

глушителей, применение упругих подвесов, звукоизолирующих материалов, устранение щелей и т.п.

Для борьбы с шумами, проникающими в жилые помещения, большое значение имеют правильное планирование расположения зданий, учет розы ветров, создание защитных зон, в том числе и растительных. Растения - хороший гаситель шума. Деревья и кустарники могут снижать уровень интенсивности на 5-20 дБ. Эффективны зеленые полосы между тротуаром и мостовой. Лучше всего шум гасят липы и ели. Дома, находящиеся позади высокого хвойного заслона, могут быть избавлены от шумов улицы почти полностью.

Борьба с шумом не предполагает создания абсолютной тишины, так как при длительном отсутствии слуховых ощущений у человека могут возникнуть расстройства психики. Абсолютная тишина и длительный повышенный шум одинаково противоестественны для человека.

1.2 Электроакустические преобразователи, их типы и эксплуатационные характеристики

Приборы, преобразующие звуковые колебания в электрические и обратно, называют электроакустическими преобразователями.

В телефонии такими преобразователями соответственно являются микрофон ВМ и телефон ВФ или громкоговоритель. Для высокого качества телефонной передачи необходимо, чтобы электроакустические преобразователи не вносили нелинейных искажений в разговорной тракт, обладали максимально возможными для данного типа преобразователей чувствительностью и коэффициентом полезного действия и были надежными в работе. Кроме того, преобразователи должны иметь невысокую стоимость и быть экономичными в эксплуатации.

Для оценки качества работы микрофона и телефона в процессе преобразования одного вида энергии в другой вводится понятие чувствительности.

Чувствительность микрофона – это отношение электродвижущей силы E_m , развиваемой микрофон, к звуковому давлению p_m , Па, действующему на его мембрану (рисунок 1.5 а)

$$S_m = E_m / p , \quad (1.15)$$

Чувствительностью телефона ST называется отношение звукового давления p_T , Па, развиваемого телефоном ВФ, к напряжению U_T , В, на зажимах телефона

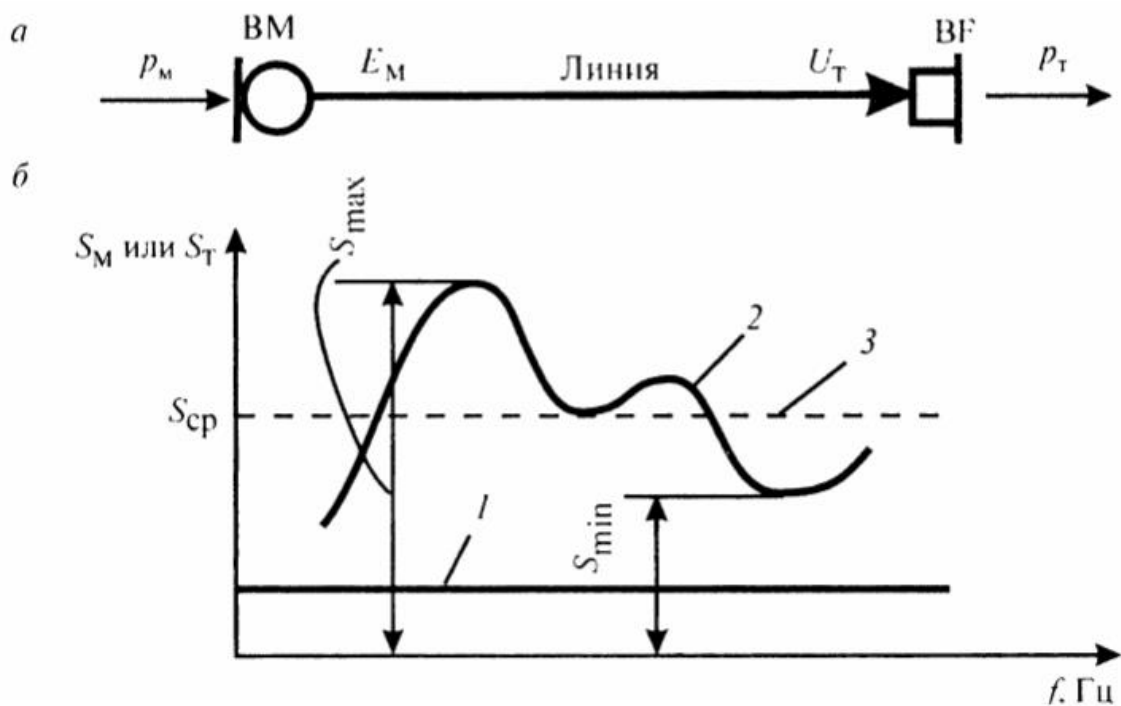


Рисунок 1.5 - Схема тракта телефонной передачи и частотная характеристика чувствительности преобразователей

Чувствительность преобразователей в значительной степени зависит от частоты (рисунок 1.5, б). Идеальная частотная характеристика чувствительности микрофона представляет собой прямую, параллельную оси частот (прямая 1). Действительная частотная характеристика чувствительности преобразователя имеет вид кривой 2. Различная чувствительность преобразователя для разных частот передаваемого диапазона является причиной частотных искажений, вносимых им при передаче речи. Неравномерность частотной характеристики для микрофона ΔS_M и телефона ΔS_T принято оценивать в децибелах:

$$\Delta S_M = 20 \lg \frac{S_{M \max}}{S_{M \min}}; \Delta S_T = \frac{S_{T \max}}{S_{T \min}}, \quad (1.16)$$

где $S_{T \max}$ и $S_{M \min}$, $S_{T \min}$ — соответственно наибольшие и наименьшие значения чувствительности микрофона и телефона.

Чем меньше значение ΔS_M , тем выше качество преобразователя.

Для оценки качества работы преобразователей во всем диапазоне, передаваемых частот пользуются средней чувствительностью, которая характеризуется прямой.

Электроакустические преобразователи подразделяются на обратимые и необратимые. Обратимые преобразователи обладают свойством преобразования как акустической энергии в электрическую, так и наоборот – электрической энергии в звуковую. Необратимые преобразователи этим свойством не обладают.

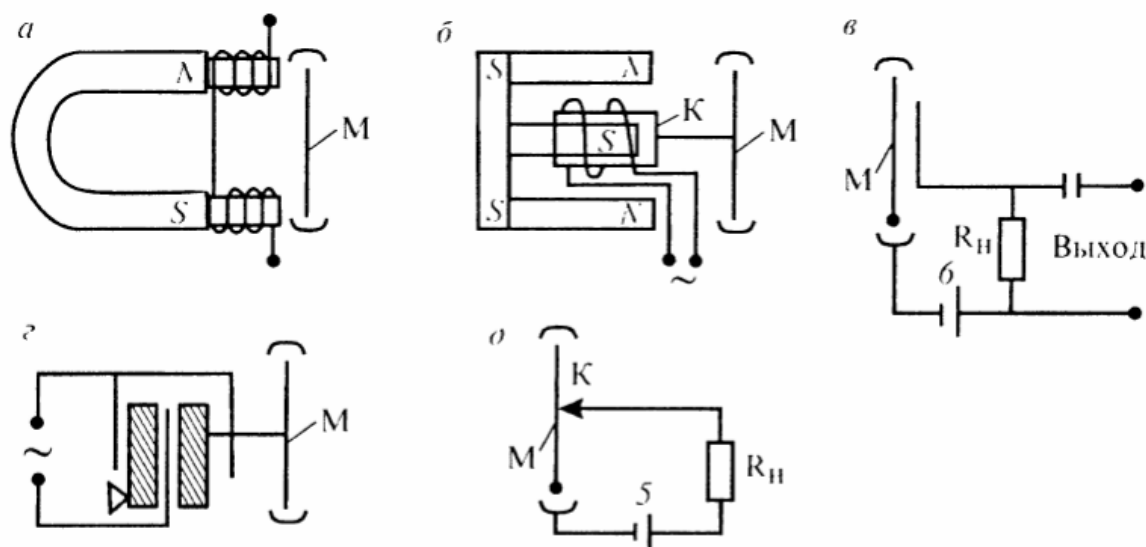


Рисунок 1.6 – Электроакустические преобразователи

а) Электромагнитный преобразователь

При прохождении переменного тока через обмотку создается магнитный переменный поток, взаимодействующий с потоком постоянного магнита и вызывающей колебания мембраны. Этот преобразователь обратимый.

Достоинства: используется для озвучивания больших открытых площадей, например: сортировочных горок.

Недостатки: неравномерность частотной характеристики (до 15Дц), большой коэффициент нелинейных искажений (до 8%)

б) Электродинамический преобразователь

При взаимодействии магнитного потока постоянного магнита и магнитного поля, протекание переменного тока в обмотки катушки, катушка совершает колебательные движения и вместе с ней колеблется мембрана. Катушка легкая и подвижная.

Преобразователь обратимый.

Достоинства: хорошая частотная характеристика, небольшой коэффициент нелинейных искажений(до 3%)

Недостатки: низкая чувствительность, необходима установка усилителя.

в) Конденсаторный преобразователь

Емкость конденсатора, состоящего из M и неподвижной пластины будет меняться из-за того что мембрана колеблется, а значит и расстояние между обкладками меняется. При изменении емкости конденсатора будет меняться так в цепи нагрузки, т.е. с R_n будет сниматься переменное напряжение.

Преобразователь обратимый.

Достоинства: хорошая частотная характеристика (до 6 Дц), малый коэффициент нелинейных искажений.

Недостатки: на характеристики преобразования сильно влияет изменение температуры окружающей среды, от изменения напряжения питания, изменения напряжения M , состояние изоляции между обкладками.

г) Пьезоэлектрический преобразователь

Используется пьезоэффект возникновения на гранях кристаллов электрического заряда и механической деформации кристаллов. Кристаллом подведено переменное напряжение, вызывающее изменение их формы, а к кристаллам присоединена мембрана и она колеблется.

Достоинства: средняя чувствительность, неравномерность частотной характеристики (до 7 Дц)

Недостатки: сильное влияние на характеристики температуры и влажности окружающей среды.

д) Угольный микрофон

Звуковые волны воздействуют на мембрану М и заставляют ее колебаться. Под влиянием колебаний мембраны угольный порошок сжимается, а сопротивление его изменяется. Вследствие этого в цепи нагрузки R_n будет проходить так, изменяющийся в соответствии с изменением звукового давления, действующего на мембрану.

Угольный микрофон – необратимый преобразователь.

Достоинства: высокая чувствительность до 0,7 В/Па.

Недостатки: неравномерность частотной характеристики до 35 Дц, высокий коэффициент нелинейных искажений (до 20%)

Нелинейные искажения ухудшает разборчивость речи, потому что при приеме звука в ухе возникает дополнительные колебания, т.к. слуховая система человека является нелинейной.

Из-за недостатков угольные микрофоны не используются в качестве студийных при организации связи совещаний поездной диспетчерской связи и т.д..

Электроакустические преобразователи, их типы и эксплуатационные характеристики.

Телефон. Электромагнитный телефон, состоит из постоянного магнита, полюсных наставок, на которых размещены обмотки и мембрана из ферромагнитного материала. Под действием постоянного магнита мембрана всегда находится в изогнутом состоянии. При прохождении переменного тока через обмотку создается переменный магнитный поток, взаимодействующий с магнитным потоком постоянного магнита и вызывающий колебания мембраны.

Обозначим магнитную индукцию постоянного магнита как B_0 , а магнитную индукцию, создаваемую синусоидальным переменным током.

$$B_f = B_m \sin \omega t. \quad (1.17)$$

При отсутствии тока в обмотках телефона на мембрану будет действовать сила

$$F_0 = kB \frac{2}{0}, \quad (1.18)$$

где k – коэффициент пропорциональности.

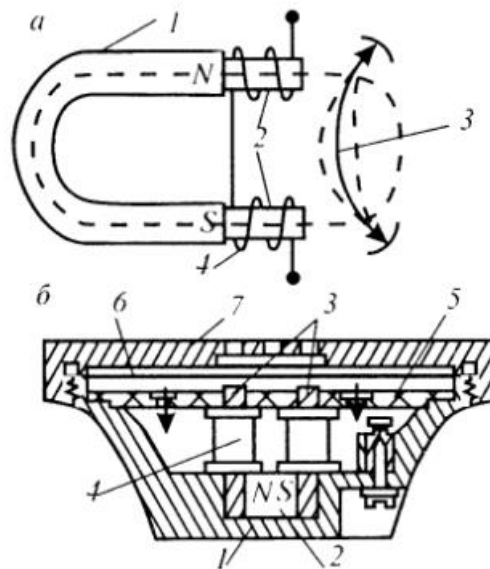


Рисунок 1.7 - Электромагнитный телефон

1.2.1 Головки громкоговорителей

По системе излучения головки громкоговорителей разделяются на диффузорные электродинамические и рупорные. Наибольшее распространение получили диффузорные электродинамические головки громкоговорителей.

В диффузорных головках громкоговорителей (рисунок 1.7, а) в качестве излучающего органа применяется диффузор-диафрагма 3, имеющая форму неглубокого конуса с углом при вершине 100..120°. Подвижная система состоит из бумажного диффузора 3 и прикрепленной к нему легкой звуковой катушки 5. Магнитная цепь содержит кольцевой постоянный магнит 1, фланцы 4 и 7, а так же керн 6. Ток звуковой частоты подводится посредством гибкого держателя 2.

В рупорных головках громкоговорителей (рисунок 1.7, б) излучающий рупор 2 представляет собой расширяющуюся трубу, сечение которой изменяется по определенному математическому закону. Узкий конец рупора примыкает к диафрагме, связанной со звуковой катушкой 1. Рупорные головки громкоговорителей выпускаются мощностью до 100 Вт и предназначены для озвучения больших открытых площадей.

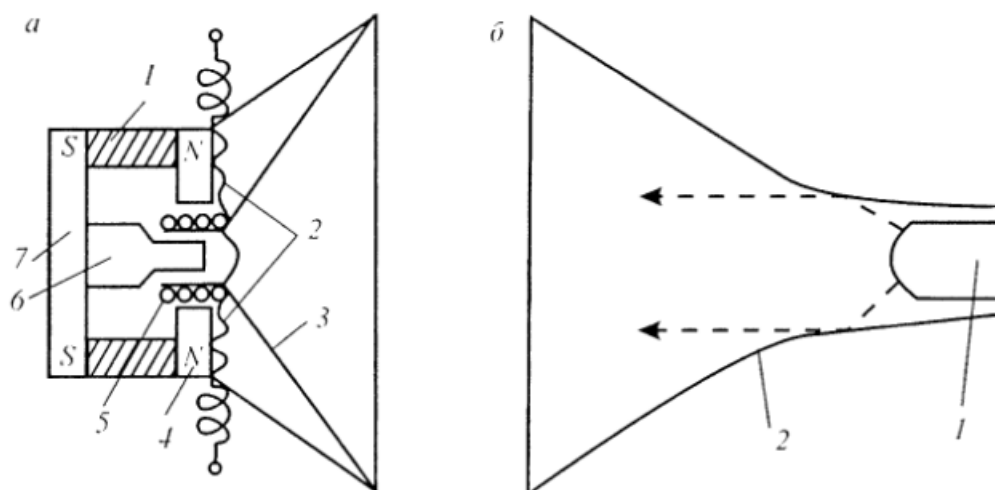


Рисунок 1.8 – Громкоговорители

Угольный микрофон. Электрическая цепь угольного микрофона с нагрузкой R_H приведена на (рисунок 1.8, а). При отсутствии звука микрофон обладает статическим сопротивлением $R_{ст}$ (рисунок 1.8, б). При воздействии на мембрану микрофона на синусоидально изменяющемся звукового давления сопротивление будет изменяться по тому же закону:

$$R_m = R_d + r_m \sin \omega t + R_H, \quad (1.19)$$

где R_d – динамическое сопротивление микрофона при работе, Ом;

r_m – амплитуда переменной составляющей сопротивления микрофона, Ом;

В среднем динамическое сопротивление микрофона на 20 % больше статического, т.е. $r_m = 1,2R_{cm}$.

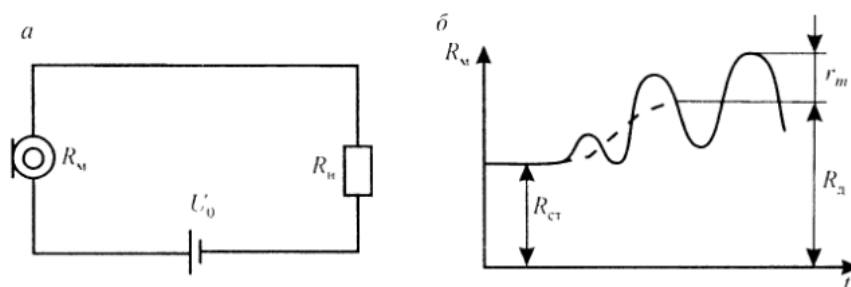


Рисунок 1.9 - Схема электрической цепи угольного микрофона и измерение его сопротивления.

Применяются микрофоны с разными сопротивлением: низкоомные (30..80 Ом) и высокоомные (100..260 Ом).

Электродинамические микрофоны. По устройству подвижной системы электродинамические микрофоны разделяются на катушечные и ленточные. В катушечных микрофонах в качестве подвижной системы применяется катушка, в ленточных- легкая металлическая лента.

Магнитная система катушечного микрофона состоит из цилиндрического постоянного магнита и магнитопровода, имеющего центральный стержень и фланцы. В зазоре между фланцами расположены подвижная катушка, связанная с мембранно. Звуковые волны проходят через отверстия крышки и воздействуют на мембрану, вызывая ее колебания.

Электродвижущая сила, возникающая в катушке.

$$E = B_0/v, \quad (1.20)$$

где B_0 - индукция магнитного поля постоянного магнита, Тесла;

v -скорость колебания катушки, м/с.

Устройство ленточного микрофона. Между полюсными наконечниками постоянного магнита подвешена тонкая алюминиевая гофрированная лента. Под действием звуковых волн лента, сужающаяся мембраной, колеблется, и в ней индуцируется ЭДС. Специальный наконечник образует одну воздушную полость, а дуга магнита ограничивает другую полость. Воздух в щелях и играет роль элементов массы, которые корректируют скорость колебаний ленты. Ленточные микрофоны имеют равномерную частотную характеристику и применяются главным образом в радиовещательных студиях.

Электретный микрофон обладает высоким выходным сопротивлением. Для его уменьшения в корпус микрофона встраивают истоковый повторитель на полупроводниковом n -канальном транзисторе с p - n переходом. В результате выходное сопротивление микрофона снижается до величины 3..4 кОм, что обеспечивает снижение потерь мощности сигнала при подключении в телефонном аппарате (ТА) микрофона ко входу микрофонного усилителя.

1.3 Схемы телефонной передачи, местный эффект и способы его устранения

Рассмотрим схему, приведенную на рисунке состоящий из угольного микрофона ВМ и электромагнитного телефона ВФ, соединенных последовательно. Эти устройства включены в двухпроводную линию (воздушную или кабельную). В последовательную цепь включена батарея GB, состоящая из сухих элементов или аккумуляторов. Батарея необходима для питания микрофонов и располагается в одном из пунктов, например в пункте А.

Когда никто не говорит, что проходит постоянный ток: плюс батареи GB, микрофон ВМ, телефон ВФ, зажим 1, линия Л1, зажим 3, телефон ВФ, микрофон ВМ, зажим 4, линия Л2, зажим 2, минус батареи GB. Будем в дальнейшем придерживаться правила: начинать описание цепи от одного полюса источника тока и заканчивать на другом полюсе. При описании цепей постоянного тока принято начинать с плюса (+GB) и заканчивать на минусе (-GB) источника тока.

Теперь рассмотрим процесс передачи речи от пункта А к пункту Б. Если абонент в пункте А начал говорить перед микрофоном, то звуковые волны попадая на мембрану, изменяют сопротивление микрофона.

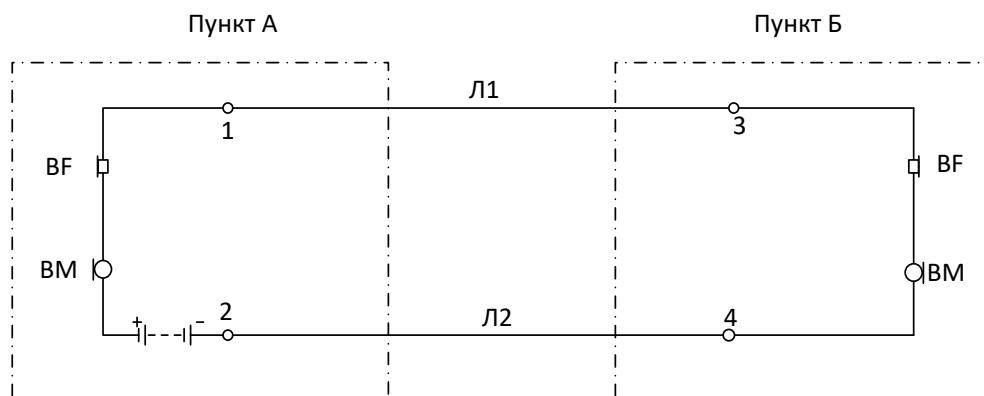


Рисунок 1.10 – Схема телефонной передачи

Соответственно изменяется ток в последовательной цепи. Как мы установили, ток в цепи пульсирующий, имеющий две составляющие: постоянную и переменную. Источником переменной составляющей является микрофон ВМ. Создается цепь разговорного тока: микрофон ВМ, телефон ВФ, зажим 1, линия Л1, зажим 2, батарея ГВ, микрофон ВМ.

Так как ток переменный, то при описании цепи можно начинать с любого вывода ВМ и обходить цепь по часовой или против часовой стрелки. Переменный ток при прохождении через электромагнитный телефон вызывает колебания его мембраны. Следовательно, абонент в пункте Б слышит речь абонента, находящегося в пункте А.

Описанная схема телефонной передачи предельно проста, содержит минимальное число приборов, но практически применяется только связистами при проверке жил кабеля или проводов на обрыв и сообщений между собой для отыскания нужной жилы кабеля в пучке (так называемая “прозвонка”) и т.д.

Для организации телефонной связи между абонентами эта схема не применяется из-за ряда присущих ей серьезных недостатков:

— необходимости подбора напряжения источника питания микрофонов в зависимости от длины линии, которая определяет сопротивление цепи ;

— похождения через катушки электромагнитных телефонов постоянного тока , создающего дополнительный магнитный поток , в результате чего усиливается или ослабляется магнитный поток постоянного магнита и качество передачи существенно снижается;

— наблюдаемого при передаче явления “местного эффекта” т.е. прослушивания в телефоне собственной речи;

— неэффективной работе микрофона как генератора переменного тока звуковых частот.

Дело в том, что при телефонной передаче всегда стремятся получить на нагрузке максимальную мощность сигнала, а в данной схеме этого добиться невозможно. Из электротехник известно, что наибольшую мощность генератор может отдать при условии, что его внутреннее сопротивление будет равно сопротивлению внешней цепи с нагрузкой. В рассмотренной схеме это условие не соблюдается.

1.2.2 Схемы двусторонней телефонной передачи с трансформаторами.

Для устранения указанных выше недостатков в схемах современных телефонных аппаратов применяются трансформаторы или авто трансформаторы. Трансформатор состоит из стального сердечника, на который надета катушка с несколькими обмотками из изолированного медного провода. В простейшем варианте трансформатор имеет две обмотки: первичную и вторичную.

Находят применение схемы телефонной передачи с трансформаторами, построенные по системам с местной батареей (МБ) и с центральной батареей (ЦБ).

1.2.3 Схема телефонной передачи по системе МБ

В каждом телефонном аппарате имеется собственный источник питания микрофона, называется местным батареей GB. Обычно в качестве источника используются два сухих элемента общим напряжением примерно 3 В. Ток питания микрофона в этой схеме не зависит от длины линии определяется сопротивлением микрофона BM и обмотки трансформатора Т. По обмоткам электромагнитных телефонов BF, включенных в двухпроводные линии, постоянный ток не проходит. Для увеличения отдачи микрофона подбирают отношение витков первичной и вторичной обмоток трансформатора, ориентируясь на абонентскую линию средней длины.

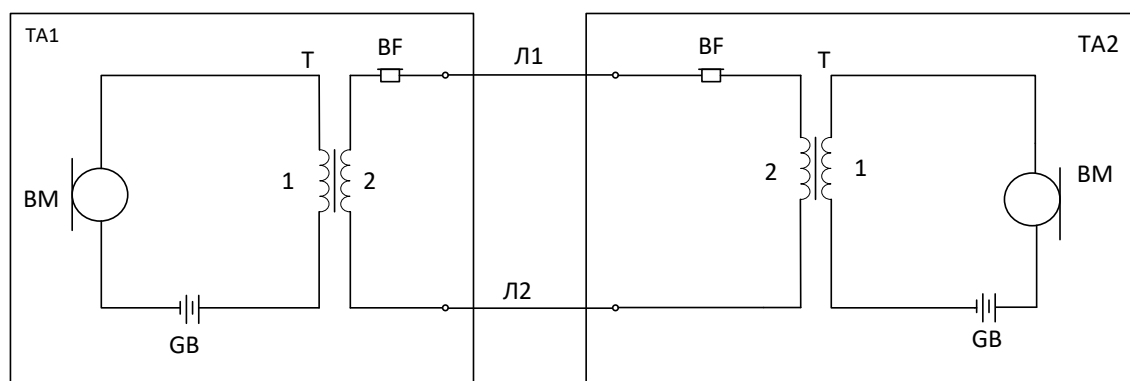


Рисунок 1.11 – Схема телефонной передачи по системе МБ

При отсутствии разговора через оба микрофона проходит постоянный ток от местных батарей. При разговоре звуковые волны воздействуют на микрофон и в местной цепи появляется пульсирующий ток. Переменная составляющая индуцируется во второй обмотке. Под действием возникшей Э.Д.С. по обоим телефонам BF проходит переменный ток звуковой частоты. Если говорит абонент телефонного аппарата TA1, то другой абонент (TA2) слышит его. В обратном направлении передача ведется аналогично. Прохождение разговорного тока по собственному электромагнитному телефону не только вызывает бесполезную затрату энергии, но и создает вредный местный эффект. Кроме того, на переменном

конце ток, проходящий по вторичной обмотке Т, наводит э.д.с. в первичной обмотке и через микрофон идет переменный ток. Этот ток нужен для работы схемы и вызывает лишь дополнительные потери энергии.

Большим недостатком рассмотренной схемы является необходимость иметь источник питания микрофона в каждом телефонном аппарате. Требуется регулярная проверка напряжения батареей, периодическая их замена. Есть у системы МБ и другие недостатки, которые мы рассмотрим при изучении схем телефонных аппаратов системы МБ, применяемых на железнодорожном транспорте.

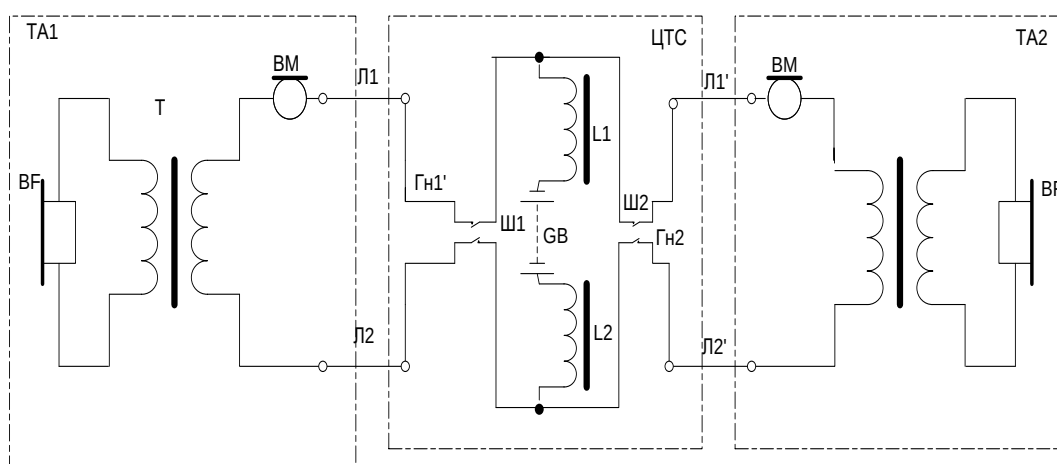


Рисунок 1.12 - Схема телефонной передачи по системе ЦБ

Здесь в отличие от схемы передачи по системе МБ в местной цепи включены не микрофоны, а электромагнитные телефоны. Микрофоны включены непосредственно в двухпроводную линию, чтобы позволило отказываться от источников местного питания заменить их общей для всех абонентов центральной батареей GB. Батарея устанавливается в специальном помещении на центральной телефонной станции ЦТС. Она собирается из кислотных или щелочных аккумуляторов и имеет обычно напряжение 24В. Аккумуляторы могут работать многие годы без замены, так как постоянно подзаряжаются через выпрямитель от сети переменного тока.

Микрофон телефонного аппарата ТА1 получает питание по цепи: плюс батареи GB, дроссель L2, контакты штепселя и гнезда на ЦТС, линия L2, обмотка 1

трансформатора Т, микрофон ВМ, линия Л1, контакты штепселя и гнезда, дроссель L1, минус батареи GB. Питание микрофона телефонного аппарата ТА2 происходит аналогично. При передаче речи, например, с телефонного аппарата ТА1 разговорный ток проходит по цепи: микрофон ВМ, линия Л1, контакты гнезда Гн1 и штепселя Ш1, контакты штепселя Ш2 и гнезда Гн2, линия Л1, микрофон ВМ аппарата ТА2, обмотка I трансформатора Т, линия Л2, контакты гнезда Гн2 и штепселя Ш2, другого штепселя и гнезда, линия Л2, обмотка I трансформатора Т, микрофон ВМ. Во вторичных обмотках обоих трансформаторов индуцируется переменная э. д. с., под действием которой по телефонам BF проходит разговорный ток. В телефоне ТА1 прослушивается собственная речь, т.е. наблюдается вредный местный эффект.

Разговорный ток не замыкается через батарею GB, что объясняется слишком большим сопротивлением дросселей L1 и L2 переменному току. При отсутствии дросселей разговорный ток пошел бы в основном через батарею GB, и абонент не принял бы сообщение.

Схема телефонной передачи по системе ЦБ имеет некоторые особенности. Например, угольный микрофон должен быть высокоомным. Это объясняется тем, что двухпроводная линия, особенно кабельная, обладает большим сопротивлением и является частью нагрузки микрофона. В отличие от схемы передачи по системе МБ здесь ток питания микрофона будет изменяться в зависимости от длины абонентской линии. Применение высокоомных микрофонов уменьшает эту зависимость. Одновременно увеличивается мощность, отдаваемая в линию.

Для экономии меди, из которой изготавливаются обмотки, в схемах телефонной передачи часто вместо трансформаторов применяют автотрансформаторы. В автотрансформаторе имеется первичная обмотка (выводы а-д). Роль вторичной обмотки играет часть первичной обмотки (выводы b-с). Правда, при таком включении обмоток появляется гальваническая (непосредственная) связь между проводами линии и электромагнитным телефоном и в результате по нему пойдет постоянный ток. Если этот ток не большой, то с ним

можно мирится, а в случае необходимости в цепь телефона включают конденсатор-элемент, не пропускающий постоянный ток.

Местным эффектом называют акустико - электрическую связь между микрофоном и телефоном данного телефонного аппарата. Эта связь проявляется в прослушивании в телефоне собственной речи, шума помещения и шумов, возникающих в микрофоне. Если эта связь слишком большая, может возникнуть самовозбуждение- в телефоне будет слышен непрерывный звук определенной частоты. Местный эффект значительно снижает качество телефонной передачи. Слоговая разборчивость из-за местного эффекта останется меньше на 10-20%. Ухо абонента, защищаясь от перегрузки, как бы настраивается на высокий уровень местного эффекта, уменьшая свою чувствительность. Когда абонент перестает говорить и начинает слушать, ухо не сразу перестраивается на более низкий уровень принимаемых речевых сигналов. Следовательно, в начале приема происходит потеря информации.

Для подавления местного эффекта разработаны и применяются специальные противоместные схемы.

1.4 Телефонные аппараты, их классификация, эксплуатационные характеристики, принцип действия, область применения

В зависимости от конструктивного исполнения и выполняемых функций (ГОСТ 7168-86) телефонные аппараты подразделяются на четыре класса сложности (таблица 1.4).

Таблица 1.4 - Классы сложности телефонных аппаратов.

Основное исполнение	Класс сложности	
	Наименование	Шифр
Многофункциональные ТА.	Высший	0
ТА с дополнительными функциями и возможностями.	Первый	1
ТА с кнопчным номеронабирателем, тональным приёмником вызова, угольным микрофоном.	Второй	2
ТА с дисковым номеронабирателем, электромеханическим приёмником вызова, угольным микрофоном.	Третий	3

Параметры, характеризующие качество телефонных аппаратов, можно разделить на электрические, телефонметрические, электроакустические и временные.

Основные электрические параметры ТА различных классов приведены в таблице 1.5.

Телефонметрические и электроакустические параметры характеризуют качество телефонной передачи по громкости. Для их оценки используется эквивалент затухания передачи, приёма и местного эффекта, а также коэффициент гармоник на передачу и на приём. Поскольку для измерения и объективной оценки этих параметров требуется специальное оборудование, имеющееся лишь в специализированных лабораториях, эти данные в настоящем издании не приводятся.

Таблица 1.5 – Основные электрические параметры ТА

Параметр	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Напряжение собственного шума, мВ, не более	0,5	0,5	0,5	0,4
Модуль входного электрического сопротивления в режиме:				
- разговорном. Ом	450 - 800	450 - 800	-	-
- ожидания вызова, кОм, не менее	10	10	-	-
- вызова, кОм, не менее	4	4	-	-
Параметр	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Электрическое сопротивление постоянному току. Ом, в разговорном режиме при токе 35 мА в положении микрофонной трубки:				
- вертикальном	160 - 400	160 - 400	180 - 400	<=320
- горизонтальном	160 - 400	160 - 400	160-400	<=600
Электрическое сопротивление постоянному току в режиме набора номера для ТА с импульсным способом передачи набора номера при токе питания 35 мА:				
- при замыкании шлейфа, Ом, не более	160	150	50	
- при размыкании шлейфа, кОм, не менее	300	300	300	
Постоянный ток, потребляемый ТА в режимах ожидания вызова и отбоя, мА, не более	1,0	0,5	0,5	-
Переменный ток, потребляемый				
приёмником вызывного сигнала при максимальной громкости вызывного сигнала, мА, не более	8,0	8,0	8,0	8,0
Время разрыва шлейфа для ТА, содержащих устройство нормированного разрыва шлейфа, мс	80 ± 40	80 ± 40		
-начность программируемого набора номера, не менее	8	8	8	-

Таблица 1.6 -Временные параметры на передачи сигналов набора номера для ТА с импульсным способом.

Параметр	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Период импульса в серии (Т), мс	100 ± 5	100 ± 5	100 ± 5	100 ± 10
Импульсный коэффициент	1,4-1,6	1,4- 1,6	1,4 + 1,6	1,4 - 1,7
Пауза между двумя сериями импульсов, с, не менее	4Т - 10Т	4Т -- 10Т	4Т - 10Т	$\Rightarrow 800$

1.4.1 Классификация телефонных аппаратов



Рисунок 1.12 – Телефонные аппараты

В зависимости от конструктивного исполнения и выполняемых функций (ГОСТ 7168-86) телефонные аппараты подразделяются на четыре класса сложности (таблица 1.7).

Таблица 1.7- Классы сложности телефонных аппаратов

Основное исполнение	Класс сложности	
	Наименование	Шифр
Многофункциональные ТА.	Высший	0
ТА с дополнительными функциями и возможностями.	Первый	1
ТА с кнопчным номеронабирателем, тональным приёмником вызова, угольным микрофоном.	Второй	2
ТА с дисковым номеронабирателем, электромеханическим приёмником вызова, угольным микрофоном.	Третий	3

Параметры, характеризующие качество телефонных аппаратов, можно разделить на электрические, телефонметрические, электроакустические и временные.

Основные электрические параметры ТА различных классов приведены в таблице 1.7.

Временные параметры набора для ТА с импульсным способом передачи сигналов набора номера приведены в таблице 1.7.

Телефонметрические и электроакустические параметры характеризуют качество телефонной передачи по громкости. Для их оценки используется эквивалент затухания передачи, приёма и местного эффекта, а также коэффициент гармоник на передачу и на приём. Поскольку для измерения и объективной оценки этих параметров требуется специальное оборудование, имеющееся лишь в специализированных лабораториях, эти данные в настоящем издании не приводятся.

Таблица 1.8- Основные электрические параметры ТА

Параметр	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Напряжение собственного шума, мВ, не более	0,5	0,5	0,5	0,4
Модуль входного электрического сопротивления в режиме:				
- разговорном. Ом	450 - 800	450 - 800	-	-
- ожидания вызова, кОм, не менее	10	10	-	-
- вызова, кОм, не менее	4	4	-	-
Электрическое сопротивление постоянному току. Ом, в разговорном режиме при токе 35 мА в положении микрофонной трубки:				
- вертикальном	160 - 400	160 - 400	180 - 400	≤ 320
- горизонтальном	160 - 400	160 - 400	160 - 400	≤ 600
Электрическое сопротивление постоянному току в режиме набора номера для ТА с импульсным способом передачи набора номера при токе питания 35 мА:				
- при замыкании шлейфа, Ом, не более	160	150	50	
- при размыкании шлейфа, кОм, не менее	300	300	300	
Постоянный ток, потребляемый ТА в режимах ожидания вызова и отбоя, мА, не более	1,0	0,5	0,5	-
Переменный ток, потребляемый приёмником вызывного сигнала при максимальной громкости вызывного сигнала, мА, не более	8,0	8,0	8,0	8,0
Время разрыва шлейфа для ТА, содержащих устройство нормированного разрыва шлейфа, мс	80 ± 40	80 ± 40		
-значность программируемого набора номера, не менее	8	8	8	-

Таблица 1.9 - Временные параметры на передачи сигналов набора номера для ТА с импульсным способом

Параметр	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Период импульса в серии (Т), мс	100 ±5	100 ±5	100 ±5	100 ± 10
Импульсный коэффициент	1,4-1,6	1,4 - 1,6	1,4 + 1,6	1,4 - 1,7
Пауза между двумя сериями импульсов, с, не менее	4Т - 10Т	4Т - 10Т	4Т - 10Т	=>800
Программируемая пауза между двумя сериями импульсов, с, не менее	2	2	2	-

Таблица 1.10 - Параметры надежности и долговечности

Наименование параметра	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Средний срок службы, лет	10	10	20	20
Наработка на отказ, часов	6 500	6 500	10 000	13 000
Наработка на отказ рычажных переключателей, тыс. переключений	300	300	300	450
Наработка на отказ номеронабирателя, тыс. нажатий кнопок (заводов диска)	300	300	300	300

1.4.2 Основные отличительные функции и дополнительные возможности ТА

В таблице 1.11 перечислены обязательные (о), необязательные (н) и рекомендуемые (р) функции для каждого класса сложности.

1.4.3 Параметры качества

Параметры, характеризующие качество телефонных аппаратов можно разделить на телефонметрические, электроакустические, электрические и временные. Параметры качества приведены в таблице 1.12

Таблица 1.11 – Функции класса сложности

Отличительные функции	Класс сложности			
	0	1	2	3
Регулировка уровня громкости приема абонентом	р	р	р	н
Автоматическая регулировка уровня приема и передачи	о	о	р	н
Программирование структуры вызывного акустического сигнала	о	о	р	н
Автоматическая ступенчатая регулировка уровня вызывного акустического сигнала	о	р	р	н
Отключение вызывного акустического сигнала	р	р	н	н
Дублирование вызывного акустического сигнала световым (оптическим способом)	о	р	р	р
Громкоговорящий прием сигналов АТС и ответа абонента	о	р	н	н
Электрическое программирование в режиме клавиатуры именных кнопок	о	о	н	н
Возможность совмещения импульсного и частотного способов набора номера	р	р	н	н
Набор запрограммированного номера нажатием соответствующей кнопки	о	о	н	н
Индикация запрограммированного номера	о	р	н	н
Индикация набираемого номера	о	р	н	н
Прием и передача буквенно-цифровой информации	р	р	н	н
Запрет набора определенных номеров	о	р	н	н
Последовательный набор нескольких запрограммированных частей номера	о	о	н	н
Повтор последнего набранного номера	о	о	о	н
Сохранение информации о запрограммированных номерах при отключении основного питания	о	о	н	н
Хранение последнего набранного номера	о	о	о	н
Прерывание набора нажатием кнопки "отбой"	о	о	о	н
Подсветка номера набирающего	р	р	р	р
Включение в АТС через блокиратор или абонентскую высокочастотную установку (АВУ). Тип АВУ указывается в эксплуатационной документации	р	р	р	о
Продолжение таблицы 1.11				
Подключение дополнительных устройств (магнитофона, автоответчика и др.)	о	о	р	н
Получение справки по учрежденческой АТС (при наличии соответствующего оборудования на АТС)	р	р	р	р
Включение дополнительного ТА по схеме "Директор-секретарь"	о	о	р	р
Таймер	о	р	р	р
Индикация текущего времени	о	р	н	н

Таблица 1.12 – Параметры качества телефонных аппаратов

Наименование параметра	Норма по классам сложности			
	0	1	2	3
Телефонометрические параметры				
Эквивалент затухания передачи, дБ:				
при затухании абонентской линии, равным 0 дБ	3. .8	3. .8	0. .5	0. .5
при затухании абонентской линии, равным 4,5 дБ	3. .8	3. .8	<12	<12
Эквивалент затухания приема дляТА без возможности регулировки абонентом уровня громкости приема, дБ:				
при затухании абонентской линии, равным 0 дБ	-5. .0	-5. .0	-7. . - 1,5	-7. . - 1,5
при затухании абонентской линии, равным 4,5 дБ	-5. .0	-5. .0	<3	<3
Эквивалент затухания приема дляТА с возможностью регулировки абонентом уровня громкости приема при минимальном уровне, дБ:				
при затухании абонентской линии, равным 0 дБ	-5. .1	-5. .1	-5. .1	-5. .1
при затухании абонентской линии, равным 4,5 дБ, не более	5	5	5	5
Эквивалент затухания местного эффекта местной телефонной системы с затуханием, равным 4,5 дБ, нагруженной на соединительную линию с затуханием, равным 22,5 дБ и более:				
дляТА без возможности регулировки абонентом уровня громкости приема, дБ, не менее	15	15	15	15
дляТА с возможностью регулировки абонентом уровня приема при положении регулятора, соответствующем максимальной громкости, дБ, не менее	8	8	8	8
Слоговая разборчивость, обеспечиваемая трактом, состоящим из двухместных телефонных систем с затуханием каждой абонентской линии, равным 4,5 дБ, и включенной между ними соединительной линии с затуханием 22,5 дБ при шуме в помещении приема 60 дБ,%, не менее	80	80	80	80
Электроакустические параметры				
Диапазон изменения коэффициента приема дляТА с возможностью регулировки уровня приема абонентом, дБ, не менее	14	14	14	14
Уровень звукового давления, развиваемого телефоном при абсолютном уровне напряжения на входе аппарата 26 дБ, дБ, не более	115	115	120	120
Коэффициент гармоник на передачу,%, не более	6	6	7	-
Коэффициент гармоник на прием,%, не более	6	6	7	-
Отклонение от линейности АЧХ передачи, дБ, не более			-	6

Продолжение таблицы 1.12

Уровень вызывного акустического сигнала в положении регулятора, соответствующем:				
максимальной громкости, дБ, не менее	70	70	70	70
минимальной громкости, дБ	40. .60	40. .60	40. .60	40. .60
Чувствительность ТА к вызывному сигналу при уровне вызывного акустического сигнала 65 дБ, мВА, не более.	100	100	100	100
Электрические параметры				
Напряжение собственного шума, мВ, не более.	0,5	0,5	0,5	0,4
Модуль входного электрического сопротивления:				
в разговорном режиме, Ом	450. .800	450. .800	не норм	не нрм
в режиме ожидания вызова, кОм, не менее	10	10	10	не нрм
в режиме вызова, кОм, не менее	4	4	4	не нрм
Электрическое сопротивление постоянному току в разговорном режиме при токе 35мА:				
при вертикальном положении микротелефонной трубки, Ом	160. .370	160. .370	<320	<320
при горизонтальном положении микротелефонной трубки, Ом	160. .370	160. .370	<320	<600
Электрическое сопротивление постоянному току в режиме набора номера дляТА с импульсным способом набором номера при токе питания 35 мА:				
при замыкании шлейфа, Ом, не более	150	150	50	не нрм
при размыкании шлейфа, Ом, не более	300	300	300	не нрм
Сила постоянного тока, потребляемого ТА в основных режимах:				
ожидания вызова, режиме отбоя, мА, не более	1,0	1,0	0,5	-
приема вызова дляТА с низковольтным приемником вызывного сигнала, мА, не более	8	8	8	-
Время разрыва шлейфа дляТА, содержащих устройство нормированного разрыва шлейфа, мс	40. .120	40. .120	-	-
Значность программируемого набора номера, не менее	8	8	8	8
Временные параметры набора номера дляТА с импульсным способом набора номера				
Период следования импульсов в серии (Т), мс	95. .105	95. .105	95. .105	90. .110
Импульсный коэффициент К	1,4. .1,6	1,4. .1,6	1,4. .1,6	1,4. .1,7
Пауза между двумя сериями импульсов	4Т. .10Т	4Т. .10Т	4Т. .10Т	>180мс
Программируемая пауза между двумя сериями импульсов, с, не менее	2	2	2	-

2 Основы автоматической коммутации

2.1 Способы коммутации, типы и принцип построения автоматических телефонных станций (АТС)

Способы коммутации, типы и принцип построения автоматических телефонных станций.

На сети связи возникает необходимость распределять сообщения между разными абонентскими пунктами, что достигается применением коммутации. На сетях телефонной связи находят применение коммутация каналов и пакетов.

Под коммутацией каналов понимается процесс образования электрических трактов на время передачи сообщений между абонентскими пунктами. На сети связи коммутация осуществляется на коммутационных станциях, в которые включаются абонентские устройства и соединительные линии между станциями или только соединительные линии. Коммутация обычно производится автоматически, однако, в некоторых случаях - вручную (например, на ручных междугородных коммутаторах). В дальнейшем в данном разделе рассматривается автоматическая коммутация.

При коммутации каналов передача сообщений может происходить с пространственным или с временным разделением каналов. Пространственное разделение предполагает образование непрерывного во времени тракта, а временное - тракта, существующего только в отдельные интервалы времени (например, используется процесс мультиплексирования в системах передачи с импульсно-кодовой модуляцией). При пространственной коммутации время доставки сообщения определяется длительностью распространения электрического сигнала между абонентскими пунктами. В случае временной коммутации появляются дополнительные задержки, и время доставки может составлять от долей миллисекунд до десятков миллисекунд. При передаче речевой информации абоненты не замечают задержек, достигающих 150...200мс.

Коммутация пакетов предполагает разделение одного сообщения на множество частей (пакетов) и их передачу по сети связи. Пакеты одного сообщения

могут передаваться по одному и тому же соединительному пути (способ передачи пакетов с установлением соединения) или по разным путям (способ передачи пакетов без установления соединения - дейтаграммный способ). При таком способе коммутации обязательно используется временное разделение каналов и двоичное кодирование. Каждый пакет имеет адресную часть, содержащую данные либо о соединительном пути, либо о пункте доставки сообщения. Время доставки сообщения может изменяться в самых широких пределах. Коммутация пакетов нашла широкое применение в системах передачи данных из-за не критичности ко времени задержки сообщений. Наиболее ярким примером передачи телефонных сообщений с помощью коммутации пакетов является технология IP –телефонии.

Коммутация каналов или пакетов обычно производится на сети связи при передаче каждого сообщения. В этом случае достаточно часто используют термин «оперативная коммутация»

Коммутация может быть произведена однократно для передачи множества сообщений в течение длительного времени, достигающего многие годы. Такая коммутация получила название кроссовой. Примерами кроссовой коммутации могут служить: соединения, выполненные проводами между выводами кросса (главного щита переключений) или промежуточного щита АТС: соединения, образованные внутри кросс - коннекта на цифровой транспортной сети; образование постоянного виртуального канала (PSV) на сети с коммутацией пакетов Frame Relay или АТМ.

Процессы коммутации на сети связи осуществляются коммутационными станциями, например, АТС или узлами коммутации. Нередко, сетевое оборудование, выполняющее функции коммутации, называют коммутатором.

Способы коммутации, типы и принципы построения автоматических телефонных станций (АТС).

Под коммутацией понимается процесс образования электрических трактов для передачи сообщений между абонентскими пунктами. На сети связи коммутация осуществляется коммутационными станциями, в которые включаются абонентские устройства. Коммутация может осуществляться вручную или автоматически. Ручная коммутация сохранилась при организации междугородной связи, и выполняется

телефонистками ручных междугородных коммутаторов. Автоматическая коммутация преимущественно распространена на сетях связи.

Можно выделить следующие способы коммутации:

- коммутацию каналов,
- пакетов,
- сообщений.

Телефонные сети позволили накопить опыт в области коммутации каналов, т.е. техники установления соединений для двусторонних обменов информацией в реальном времени. Телеграфные сети явились источником опыта в области коммутации сообщений, при которой связь осуществляется без установления соединений. В этом случае сообщения передаются по сети от одного узла к другому, записываются в каждом узле, после чего воспроизводятся для передачи к следующему узлу.

В настоящее время термин «коммутация сообщений» устарел, причем устарели только слова, но не сам процесс связи. Это легко понять, если представить себе случай передачи очень длинного сообщения. Такое сообщение не только задержит многие следующие за ним короткие сообщения, но и перегрузит накопитель, что может привести к потере части сообщения. Поэтому вполне естественно было перейти от передачи и коммутации сообщений к передаче и коммутации пакетов. В этом случае сообщение разбивается на отдельные блоки данных, которые называют пакетами, и каждый такой блок передается самостоятельно. В результате принятия этого технического решения короткие сообщения, которые укладываются в один пакет, получают преимущество, и доставляются быстрее. Свойства же коммутации сообщений целиком относятся и к коммутации пакетов как частному случаю коммутации сообщений.

Важно обратить внимание на то, что при пользовании словом «пакет» необходимо проявлять осмотрительность, так как это слово может употребляться как в широком, так и в узком смысле. В широком смысле слова пакетом часто называют любой блок данных, сформированный для передачи по цифровому каналу. Например, в литературе это слово иногда применяют даже к ячейкам

технологии асинхронного режима переноса АТМ. В узком же смысле пакетом называется конкретный тип блока данных, а именно: блок данных сетевого уровня многослойной архитектуры взаимодействия открытых систем. Такой пакет формируется добавлением к блоку данных транспортного уровня заголовка пакета. Затем к пакету добавляется заголовок кадра, и полученный после этого блок, называемый кадром, передается на уровне канала. Примером употребления слова пакет в таком узком смысле является стандарт X.25. Если пакет длиной, например, 3840 разрядов, передается с помощью технологии АТМ, он должен быть разбит на 10 ячеек. Отсюда становится ясным, как можно запутать вопрос, применив слово «пакет» к ячейке АТМ(пришлось бы говорить, что пакет передается с помощью пакетов)

Типы АТС:

- Машинные

В машинных АТС для группы искателей предусматривается общий машинный привод, состоящий из нескольких постоянно вращающихся валов. Подвижная часть искателя приводится в движение при её временном сцеплении с вращающимся валом. Помимо привода, характерными особенностями автоматических станций машинной системы являются не декадное построение контактного поля, и обусловленное этим наличие регистра, то есть использование не прямого, а обходного принципа управления поиском. Своеобразны также конструкция искателя и принцип его работы. Как и подъёмно-вращательный, машинный искатель совершает движение двух видов, но в нём имеется две подвижные части — базовый блок и размещённая на нём рейка со щётками. Базовый блок вращается (вынужденное движение), поворачиваясь на такой угол, чтобы рейка оказалась против того ряда струн контактного поля, в который включены линии направления, выбранного при вынужденном движении базового блока. Затем рейка начинает свободное поступательное движение вдоль струн ряда и останавливается, когда её щётки соприкоснутся с той группой струн, в которую включена свободная в этот момент линия. Очень часто использовался такой вариант поиска, когда рейка, не найдя свободного выхода, совершала обратное движение и могла двигаться взад-

вперёд, до тех пор пока какая-нибудь из линий не освободится. Этот вариант давал особенно упорным абонентам возможность получить соединение в сильно перегруженном направлении, не набирая многократно один и тот же номер, а лишь держа трубку возле уха и терпеливо дожидаясь момента, когда нужное соединение будет, наконец установлено. Наиболее сложная и дорогостоящая часть машинного искателя механическая. Контактное поле искателя составляет небольшую долю его стоимости. Очевидные экономические соображения продиктовали выбор конструкции искателя с большой ёмкостью контактного поля, что позволило уменьшить общее количество искателей на АТС.

- Декадно-шаговые

Декадно-шаговые АТС появились в СССР после Великой Отечественной войны. В них коммутационным элементом является декадно-шаговый искатель — довольно сложное электромеханическое устройство, которое имеет последовательно движущиеся контакты. В местах контактов образуется окисление, повышается сопротивление, к тому же, мощные электромагниты создают постоянную вибрацию, в результате чего сопротивление контактов становится переменным. Всё это приводит к появлению на линии значительных помех, сильно осложняющих передачу по таким каналам цифровой информации.

- Координатные

В качестве коммутационных устройств используются многократные координатные соединители (МКС), представляющие собой электромагнитные приборы параллельного действия. Основным отличием от декадно-шаговых АТС является отсутствие индивидуальных управляющих устройств на каждом коммутационном приборе. Вместо них используются регистры (принимают и запоминают информацию) и маркёры (устанавливают соединение на отдельных ступенях искания по информации, получаемой от регистра). Причём маркёр обслуживает целую группу многократных координатных соединителей на данной ступени искания и занимается только на время установления соединения на данной ступени.

- Квазиэлектронные

Коммутация осуществляется герконами, а управление — электронное, микропроцессорное. Термином «квазиэлектронная АТС» часто называют также координатные АТС с электронным управлением. (В последнее время координатные АТС достаточно часто улучшают, заменяя релейные управляющие приборы на электронные схемы; получившееся сочетание часто называют квазиэлектронной АТС). Качество связи — хорошее, однако на «Кванте» часто встречаются абонентские комплекты с нестандартным (заниженным) напряжением в линии, что вызывает большие проблемы у модемов и «кнопочных» телефонов. Впрочем, «большие проблемы» легко решались добавлением внешнего сетевого блока питания для тех самых телефонов и модемов.

- Электронные аналоговые

Коммутация аналогового сигнала осуществляется полупроводниковыми приборами, управление — микропроцессорное. Прижились только в качестве малых АТС очень малой ёмкости, откуда вытеснены электронными цифровыми. Применение в городских АТС не представляется возможным из-за низкой помехозащищённости.

- Электронные цифровые

Коммутация и управление полностью цифровые. Аналоговый сигнал оцифровывается в абонентском комплекте и передаётся внутри АТС и между АТС в цифровом виде, что гарантирует отсутствие затухания и минимальное число помех независимо от длины пути между АТС.

- Интернет-АТС

Цифровые АТС (IP-PBX), где используется не коммутация каналов, а коммутация пакетов, и транспортом является протокол IP. Такие АТС осуществляют коммутацию устройств IP-телефонии.

2.2 Коммутационные приборы и управляющие устройства АТС.

Построение коммутационных полей и способы искания в них.

Вид коммутационной станции зависит:

- от вида коммутируемых сообщений: речь, телеграммы, передача данных;
- от применяемых в них способов коммутации: каналов, пакетов;
- от сети связи, для которой эти станции предназначены: ведомственные сети и сети общего пользования.

В зависимости от вида коммутируемых сообщений можно выделить: автоматические телефонные станции (АТС), автоматические телеграфные станции, маршрутизаторы и коммутаторы пакетов.

Современные коммутационные станции позволяют коммутировать сообщения разных видов. Так например, станции сети с интеграцией обслуживания (сеть ISDN) могут коммутировать речевую и видеоинформацию, а также коммутировать данные. В таких станциях преимущественно используется коммутация каналов, но данные могут также передаваться методом коммутации пакетов. Другими примерами коммутационных станций, позволяющих передавать различную информацию: речь, данные и видео, могут служить маршрутизатором на сети с протоколами TCP/IP и коммутаторы на сети с технологией ATM. В этих станциях используется коммутация пакетов.

Независимо от вида каждая коммутационная станция включает в себя следующее оборудование: коммутационно поле, периферийные устройства и управляющие устройства.

Периферийные устройства состоят из интерфейсов разного типа, обеспечивающих включение в станцию линий и каналов от абонентских устройств и от других коммутационных станций.

Управляющие устройства, в первую очередь, служат для установления соединений на коммутационной станции, что в конечном итоге позволяет соединять между собой абонентов (пользователей) сети связи. Необходимым оборудованием

коммутационной станции является оборудование электропитания. В зависимости от назначения коммутационные станции могут иметь и другие устройства. Например, АТС обязательно включает генераторное оборудование, позволяющее передавать абоненту известительные и вызывной сигналы. Известительные сигналы указывают на этап установления соединения или на разъединение.

В качестве примера рассмотрим построение и процесс установления соединения на АТС.

На рисунке 2.1 показана упрощенная схема АТС, включающая: коммутационное поле (КП), управляющие устройства (УУ), периферийное устройства (ПУ) и генераторное оборудование (ГО). К ПУ относятся:

- АК - абонентские комплекты, являющиеся интерфейсами для подключения абонентских линий (АЛ);
- КСЛ - комплекты соединительных линий, необходимые для включения в АТС соединительных линий к другим АТС.
- Генераторное оборудование имеет два выхода: с тональным сигналом 425 Гц и с вызывным сигналом 25 Гц. Тональный сигнал необходим для формирования в ПУ известительных сигналов:

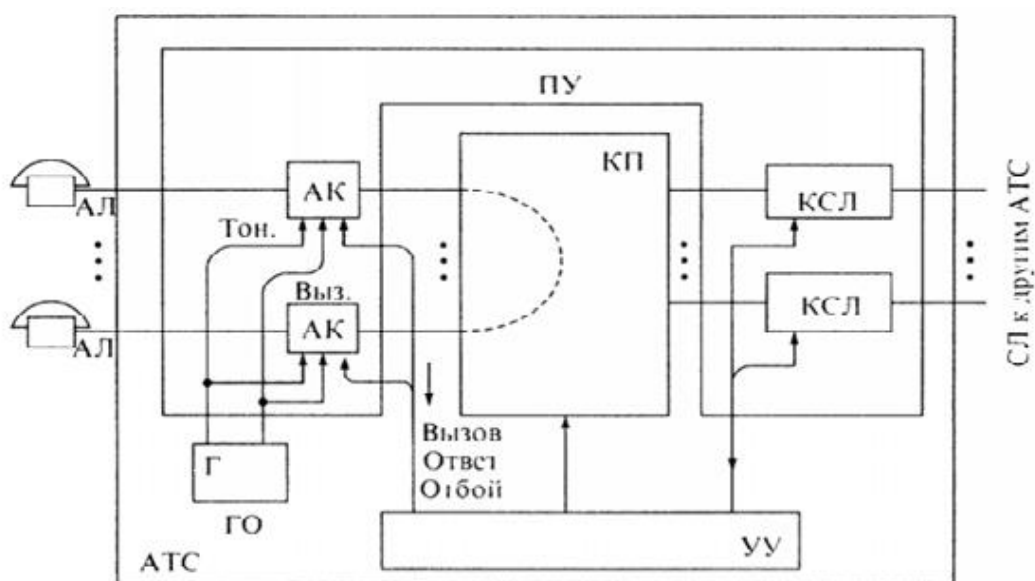


Рисунок 2.1 - Упрощенная схема АТС

- «Ответ станции» (тональный сигнал передается непрерывно);
- «Контроль посылки вызова» (1 с импульс, 4с интервал);
- «Занято» (0,35 с импульс, 0,35 с интервал).

Напряжение тонального сигнала на выходе ГО оставляет около 2 В. Вызывной сигнал передается от ГО со следующей периодичностью: 1с импульс и 4с интервал и напряжение около 90В. Управляющие устройства воздействуют на периферийные устройства и КП, а также получают от ПУ соответствующие данные. Например, от АК к УУ поступают: сигнал вызова от абонента (абонент снял трубку) - ВЫЗОВ, данные о цифрах, набираемых вызывающим абонентом, - ЦИФРЫ, сигнал ответа от вызванного абонента-ОТВЕТ (абонент снял трубку во время вызова) и сигнал отбоя - ОТБОЙ (абонент положил трубку после разговора).

На рисунке 2.2 представлена на языке SDL граф-схема процесса установления соединения и разъединения между двумя абонентами одной АТС. Граф-схема насчитывает пять состояний, номера которых отмечены в верхних правых углах блоков состояний. В каждом состоянии УУ принимает от АК соответствующий сигнал или цифры номера или/и передает к АК какой-либо известительный и вызывной сигнал. Рядом с блоками граф-схемы приведены комментарии. На схеме приняты обозначения: аб. А и аб.Б- вызывающий и вызываемый абоненты, соответственно: АЛ_А и АЛ_Б - абонентские линии вызывающего и вызываемого абонентов, соответственно. Предполагается, что длительности известительных и вызывного сигналов формируется в АК под управлением УУ. После приема цифр номера определяется состояние линии вызываемого абонента и происходит поиск свободного соединительного пути.

Соединительный путь (СП) представляет собой совокупность элементов коммутационной станции, необходимых для передачи одного сообщения, в данном случае, для одного разговора.

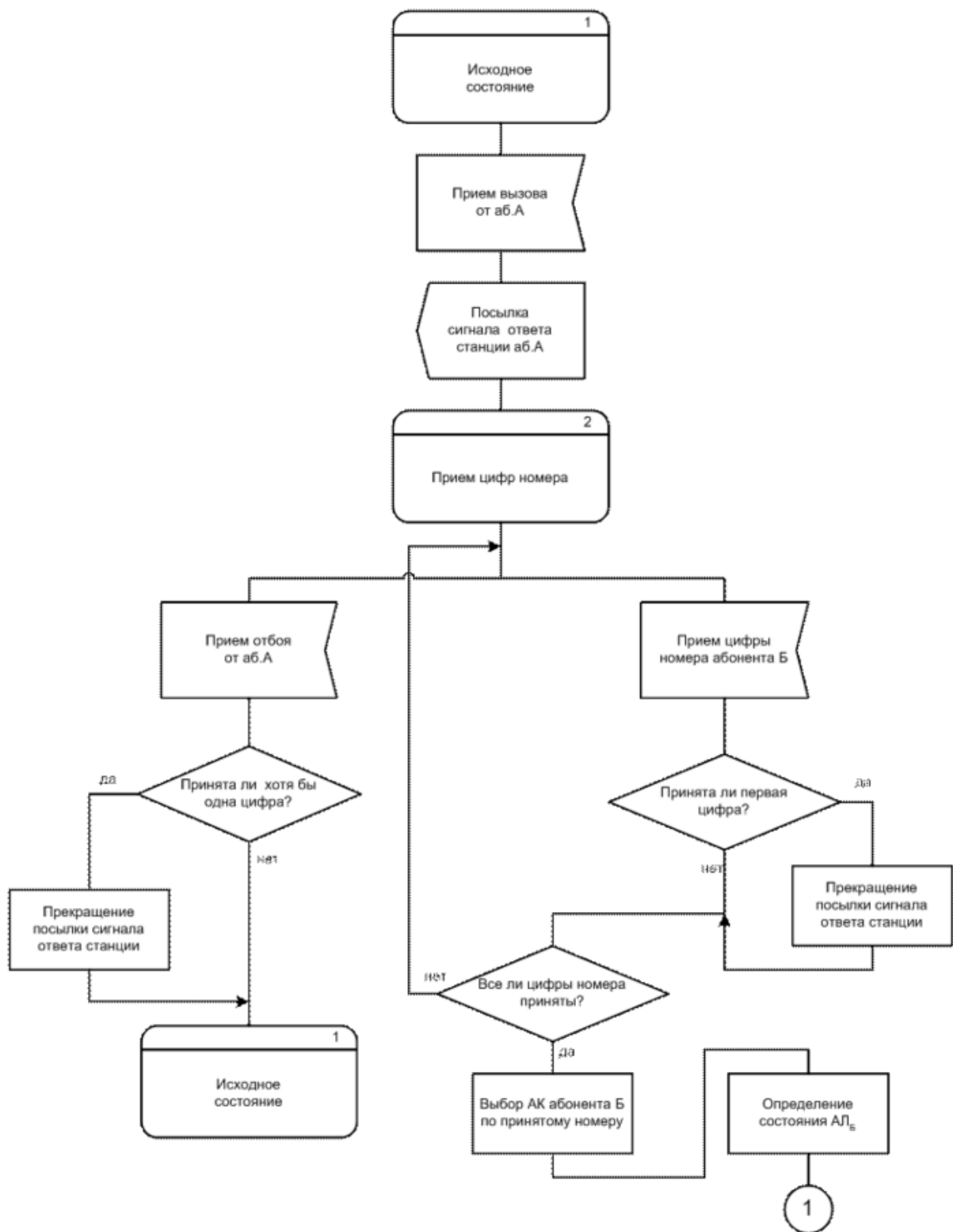


Рисунок 2.2 - Граф-схема процесса установления соединения и разъединения
(начало)

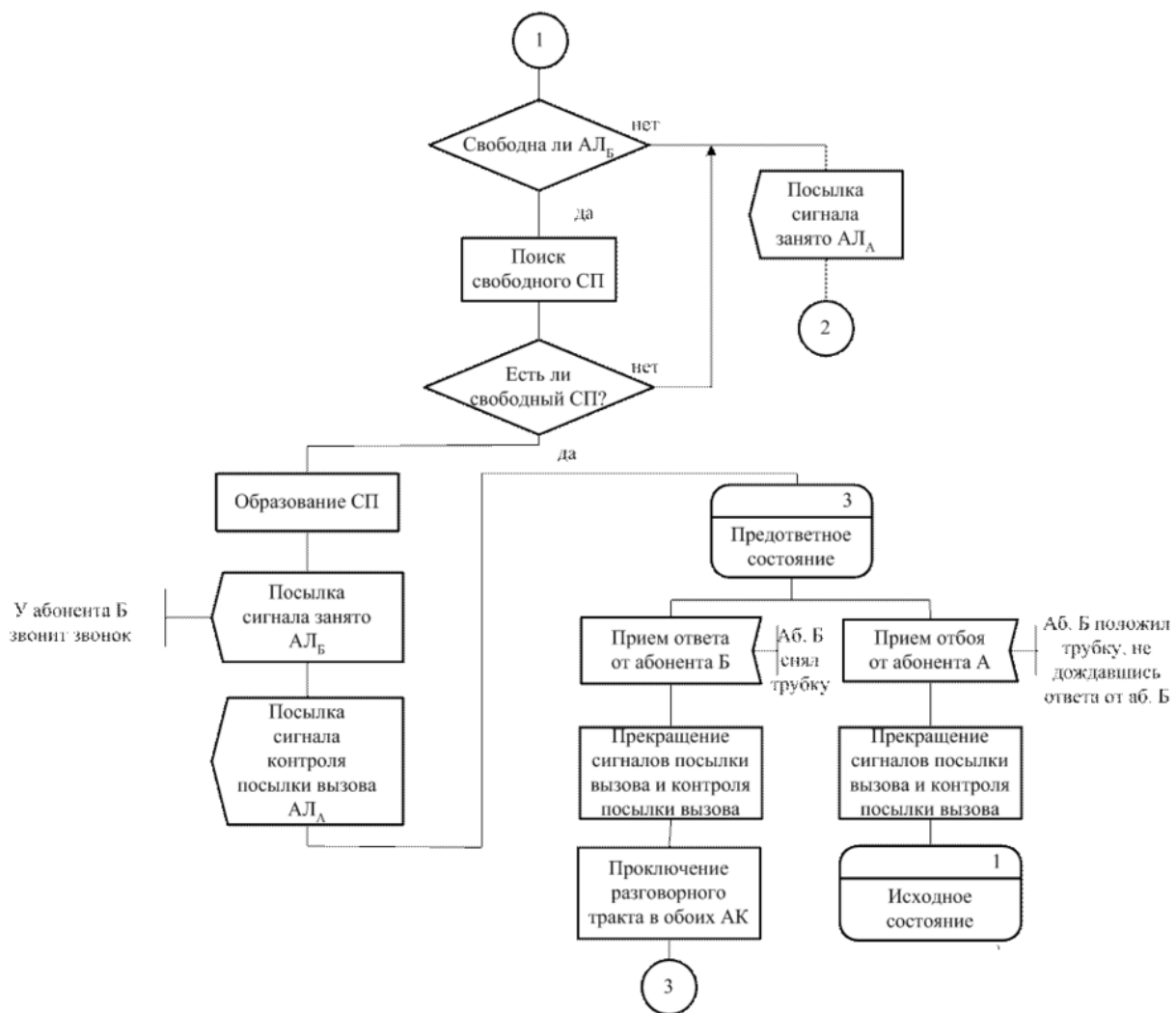


Рисунок 2.2 - Граф-схема процесса установления соединения и разъединения
(продолжение)

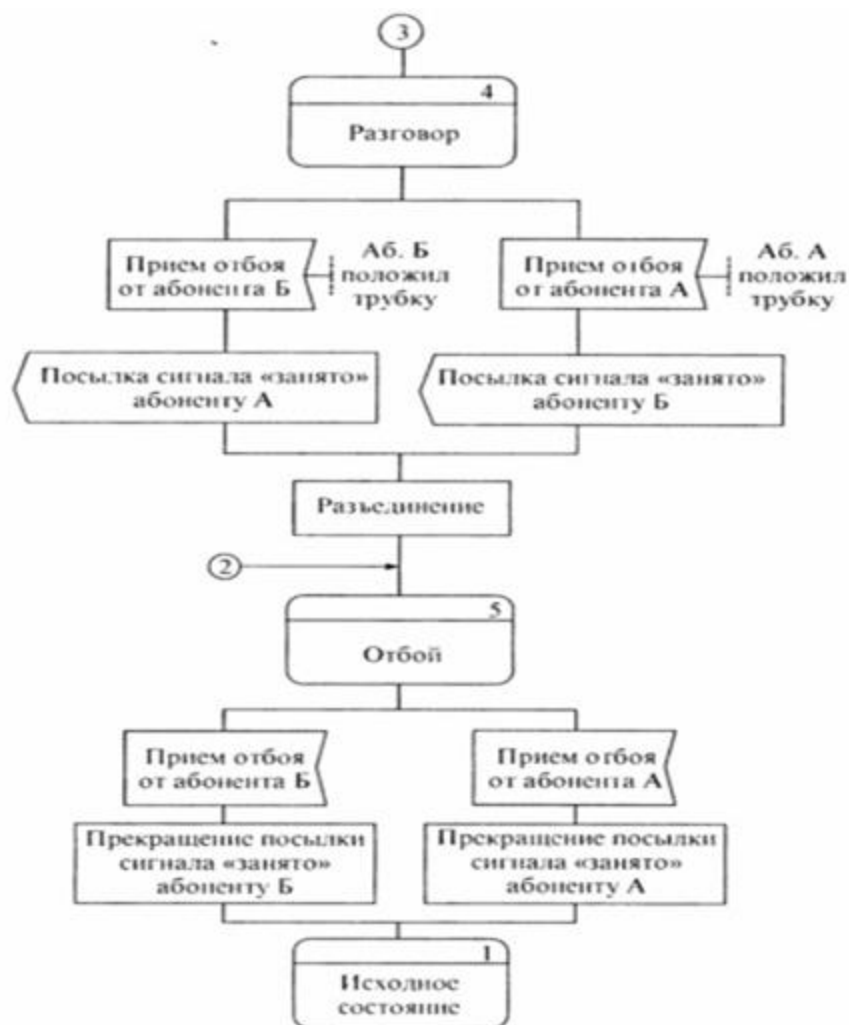


Рисунок 2.2 - Граф-схема процесса установления соединения и разъединения (окончание).

Построение коммутационных полей.

Коммутационные поля могут иметь разную структуру, зависящую, в первую очередь, от емкости коммутационного поля. Емкость характеризуется количеством входов и выходов КП.

Коммутационное поле строится из звеньев. Под звеном понимается часть устройств коммутационного поля, которые имеют общее назначение. Для звена характерно установление соединения внутри КП только через одну точку коммутации. Чем больше емкость коммутационного поля, тем больше в нем

звеньев. Число звеньев в одном КП обычно составляет от 1 до 5. Звенья обозначаются латинскими прописными буквами.

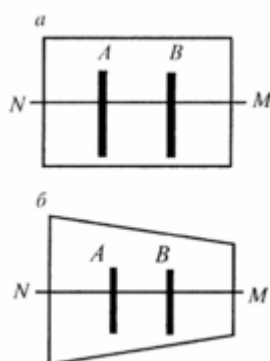


Рисунок 2.3 - Общее изображение коммутационных полей.

На рисунке 2.3, а показано общее изображение коммутационного поля с двумя звеньями коммутации А и В, имеющие N входов и М выходов. В зависимости от соотношения между числами N и М, коммутационное поле может быть изображено в виде прямоугольника. В последнем случае имеет место сжатие нагрузки, обслуживаемой коммутационным полем.

В некоторых типах АТС коммутационное поле строится из блоков коммутации. Блоки имеют одинаковое конструктивное исполнение и характеризуется количеством входов и выходов.

Способы искания в коммутационных полях. Существует несколько видов искания:

- Свободное искание.

При свободном искании выделяется группа из m выходов коммутационного поля, предназначенных для установления соединений со свободным исканием. При свободном искании в однозвенном коммутационном поле от любого входа к m выходам существует m соединительных путей, показанных на рис.2.4.

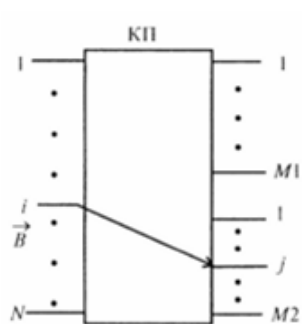


Рисунок 2.4 - Схема свободного искания в коммутационном поле.

- Групповое искание.

При групповом искании выходы КП делятся на группы. В выходы каждой группы включаются линии одного из направлений связи, образующих пучок. На рис. 2.5. показан пример деления выходов на K направлений.

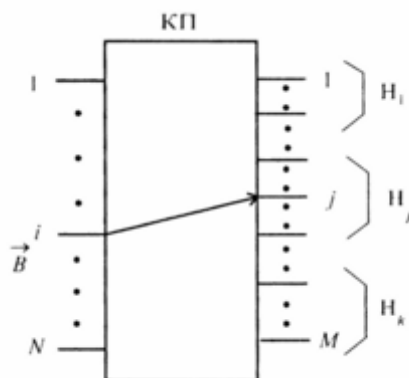


Рисунок 2.5 - Схема группового искания в коммутационном поле.

- Линейное искание

Линейное искание характеризуется тем, что обеспечивает соединение от одного из входов КП к одному фиксированному выходу этого КП. При поступлении вызова по любому входу управляющее устройство по цифрам номера вызываемого абонента находит требуемый для соединения конкретный выход КП и ищет свободный соединительный путь через КП от входа к этому выходу.

Ступень коммутации характерна для современных АТС и представляет собой коммутационное поле, в котором устанавливаются соединения с применением всех способов искания.

Коммутационное устройство — прибор, предназначенный для включения или отключения тока в одной или нескольких электрических цепях. Коммутационное устройство может выполнять одну или обе операции.

Виды коммутационных устройств:

— Механическое коммутационное устройство — коммутационное устройство, предназначенное для замыкания и размыкания одной или нескольких цепей с помощью размыкаемых контактов. Любое механическое коммутационное устройство можно характеризовать в зависимости от среды, в которой размыкаются и замыкаются его контакты, например воздушной, SFG, масляной.

— Полупроводниковое коммутационное устройство — коммутационное устройство, созданное для включения и/или отключения тока в электрической цепи в результате воздействия на регулируемую проводимость полупроводника. Полупроводниковый коммутационный прибор рассчитан также на отключение тока.

— Плавкий предохранитель — коммутационный аппарат, размыкающий цепь (посредством плавления одного или нескольких своих специально спроектированных и калиброванных элементов), в которую он включен, и отключает ток, когда он превышает заданное значение в течение достаточного времени.

— Автоматический выключатель — контактный коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение установленного нормированного времени и отключать токи при указанных ненормальных условиях в цепи, таких как короткое замыкание.

— Контактёр (контактный) — контактный коммутационный аппарат с единственным положением покоя, с управлением не вручную, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях цепи, включая перегрузку. Термин «с управлением не вручную» означает, что для управления прибором и его

работы требуется одно или несколько внешних усилий. Контактёр обычно предназначен для частой работы.

— Электромагнитный контактёр — контактёр, в котором сила для замыкания контактов обеспечивается электромагнитом.

— Запираемый контактёр — контактёр, в котором запирающее приспособление не позволяет подвижным элементам вернуться в положение покоя, когда прекращается воздействие на механизм. Запор защёлки и его расцепитель могут быть механическим, электромагнитным, пневматическим и т.д. Благодаря запору, запираемый контактёр фактически приобретает второе положение покоя и в соответствии с определением контактора, в строгом смысле слова, он не является контактором. Однако поскольку по области применения и конструкции запираемый контактёр ближе к контакторам вообще, чем к любым другим коммутационным аппаратам, считают необходимым его соответствие, когда уместно, требованиям к контакторам.

— Полупроводниковый контактёр — аппарат, который выполняет функции контактора за счёт использования полупроводникового коммутационного аппарата. Полупроводниковый контактёр может также включать в себя контактные коммутационные аппараты.

— Контрольное коммутационное устройство — автоматически управляемое коммутационное устройство, начинающее работать при определенных условиях, выраженных в количественном значении (давление, температура, скорость, уровень жидкости и т.д.).

— Нажимная кнопка — аппарат управления, имеющий орган управления, предназначенный для оперирования усилием, создаваемым частью человеческого тела, обычно ладонью или пальцем руки, и имеющий устройство возврата накопленной энергии (пружину).

— Аппарат защиты от короткого замыкания (АЗКЗ) — аппарат, предназначенный для защиты цепи или участка цепи от токов короткого замыкания посредством их отключения.

— Разрядник для защиты от перенапряжений — устройство, предназначенное для защиты электрооборудования от высоких переходных перенапряжений и ограничения длительности, а часто и амплитуды последующего тока.

Процесс коммутации состоит из нескольких этапов, выполняемых в определенной последовательности на различных ступенях искания. На каждой ступени происходит электрическое соединение определенных входящих и исходящих линий коммутационных приборов. Для выполнения этой операции предварительно необходимо определить (найти): входящую линию, по которой поступил вызов, нужную исходящую линию и убедиться, свободна ли последняя. Все эти операции осуществляются управляющими устройствами АТС.

Управляющее устройство (УУ) управляет процессом установления соединения на коммутационном узле путем взаимодействия с приборами коммутационного поля, линейными и станционными комплектами.

УУ могут быть индивидуальными и общими (групповыми). В первом случае каждое УУ обслуживает один коммутационный прибор и занимается на время установления соединения и ведения переговоров между абонентами. Во втором случае каждое УУ обслуживает в определенной последовательности группу коммутационных приборов. Такие УУ занимают только на время установления соединения.

В зависимости от способа использования сигналов, несущих адресную информацию, различают УУ с непосредственным и регистровым (косвенным) управлением. Непосредственное управление применяется на АТС с индивидуальными УУ. В таких устройствах импульсы набора номера, посылаемые абонентами, непосредственно используются для работы коммутационных приборов. Процесс коммутации осуществляется одновременно с набором номера вызываемого абонента. Если АТС имеет несколько ступеней искания, то УУ разных ступеней работают последовательно по мере набора цифр номера.

При косвенном управлении импульсы набора номера запоминаются регистром. Проанализировав полученные импульсы, регистр формирует и передает

сигналы на УУ всех ступеней искания, которые обеспечивают срабатывание коммутационных приборов. В результате будет установлено соединение. После этого регистр освобождается и может быть использован для обслуживания других вызовов. Косвенное управление может применяться как в индивидуальных, так и групповых УУ.

При регистровом управлении процесс приема импульсов набора номера вызываемого абонента и процесс установления соединений на ступенях искания разделены во времени. Регистр и управляющие устройства обслуживают вызовы с момента их появления до установления соединения. Чем меньше это время, т.е. чем выше быстродействие элементов управляющих устройств, тем большее число коммутационных приборов может быть обслужено.

Наибольшим быстродействием обладают УУ, реализованные на электронных элементах. Электронные УУ способны обслуживать сразу группу коммутационных приборов или даже всю коммутационную систему АТС. В последнем случае УУ станции состоит из периферийных управляющих устройств ПУУ и электронной управляющей машины ЭУМ (рисунок 2.6.). ПУУ предназначены для приема импульсов набора номера, определения состояний абонентских и соединительных линий и т.п. Вся эта информация из ПУУ передается в ЭУМ для анализа и выработки команд. Команды возвращаются на ПУУ и используются для управления работой коммутационных приборов.

Применение электронных УУ и электронно - управляющая машина (ЭУМ) не только многократно ускоряет процесс коммутации, но и значительно расширяет возможности станции, повышает эффективность использования станционных и линейных сооружений, делает сеть более гибкой и обеспечивает предоставление абонентам новых высококачественных услуг. Кроме того, ЭУМ позволяют автоматизировать учет переговоров, контроль за состоянием элементов станции, выявление неисправностей, сбор и обработку различных статистических данных и др. Электронные УУ используются в квазиэлектронных и электронных АТС.

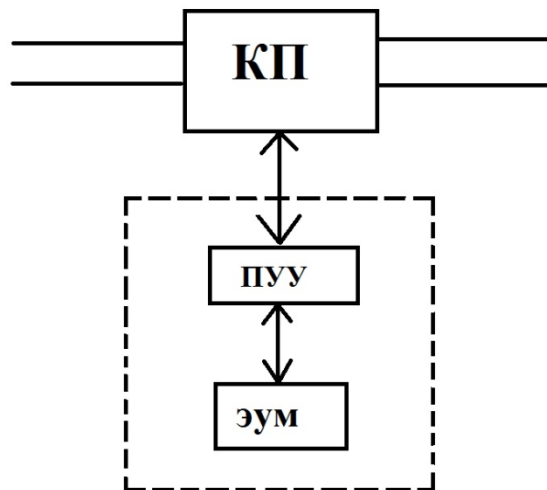


Рисунок 2.6 - Функциональная схема АТС с электронным управляющим устройством

Структура коммутационных полей подразделяется на:

- Полнодоступные;
- Неполнодоступные;
- Ступенчатые.

Полнодоступные коммутационные поля классифицируются как:

Полнодоступное однозвенное коммутационное поле характеризуется тем, что каждый источник подключенный ко входу, может быть соединён с источником, подключённым к выходу. Условная схема данного коммутационного поля представляется в виде матрицы размерностью $N \times M$ и может быть изображена в виде представленной на рисунке 2.7.

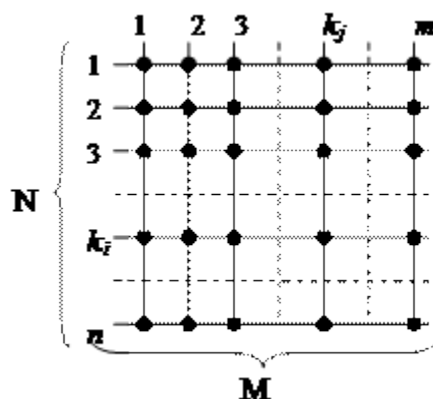


Рисунок 2.7 - Условная схема полноступной схемы.

Пересечение шин k_i и k_j матрицы $N \times M$ определяется как **точка коммутации**. **Точкой коммутации (ТК)** называется коммутационный элемент обеспечивающий подключение одного входа на один выход. Физический принцип реализации точки коммутации может быть любым:

- электрическим;
- индуктивным;
- оптическим и др.

Достоинством полноступного коммутационного поля (КП), является простота реализации.

Недостатком – малая ёмкость.

Практическая реализация характеризуется ёмкостью 50 номеров. В современных СК, в ряде важных приложений при использовании программных методов коммутации, ёмкость матрицы достигает свыше 2000 входов и выходов эквивалентных полноступной схеме. Однако ёмкости свыше 10000 ... 100000 номеров даже компьютеры не способны обеспечить весь поток обслуживания вызовов. Поэтому на программном уровне требуется поиск решений на основе многозвенной коммутации.

- 1) Двухзвенная схема коммутационного поля (КП).

Двухзвенная схема характеризуется тем, что включает в себя два звена А и В.

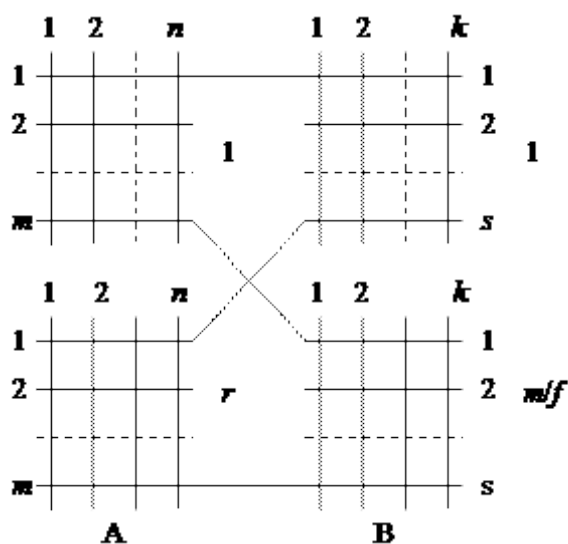


Рисунок 2.8 - Двухзвенная схема

На рисунке 2.8: n – число входов матрицы звена А; r – число матриц звена А; m – число промежуточных линий между звеньями А и В; s – количество входов в матрицу звена В; k – число выходов из матрицы звена В; f – связанность.

Под связанностью понимают число промежуточных линий, которые соединяют одну определённую матрицу звена А с одной определённой матрицей звена В.

При решении реальных задач должно выполняться следующее соотношение $m/M < 1$ и $n/N < 1$. Т.е. число выходов матрицы А не должно превышать M , а число входов звена В не должно превышать N .

Реально данные схемы используются в станциях малой ёмкости, где число входов и выходов составляет 100 ... 500 и варьируется от 4 до 8 в каждой матрице.

Для больших ёмкостей (4000 ... 300000 входов и выходов) используются матрицы на 512 входов, что снижает экономичность однозвенных схем по отношению к многозвенной, т.к. небольшое число входов в коммутационной двухзвенной схеме не позволяет организовать большое количество выходов.

Многозвенная схема представляет собой совокупность взаимосвязанных коммутационных блоков, где каждый блок представляет собой двухзвенную схему.

Примером многозвенной схемы может служить четырёхзвенная коммутационная схема 512×512 . Она представляет собой 8 коммутационных матриц, где $N=64$ и $M=64$.

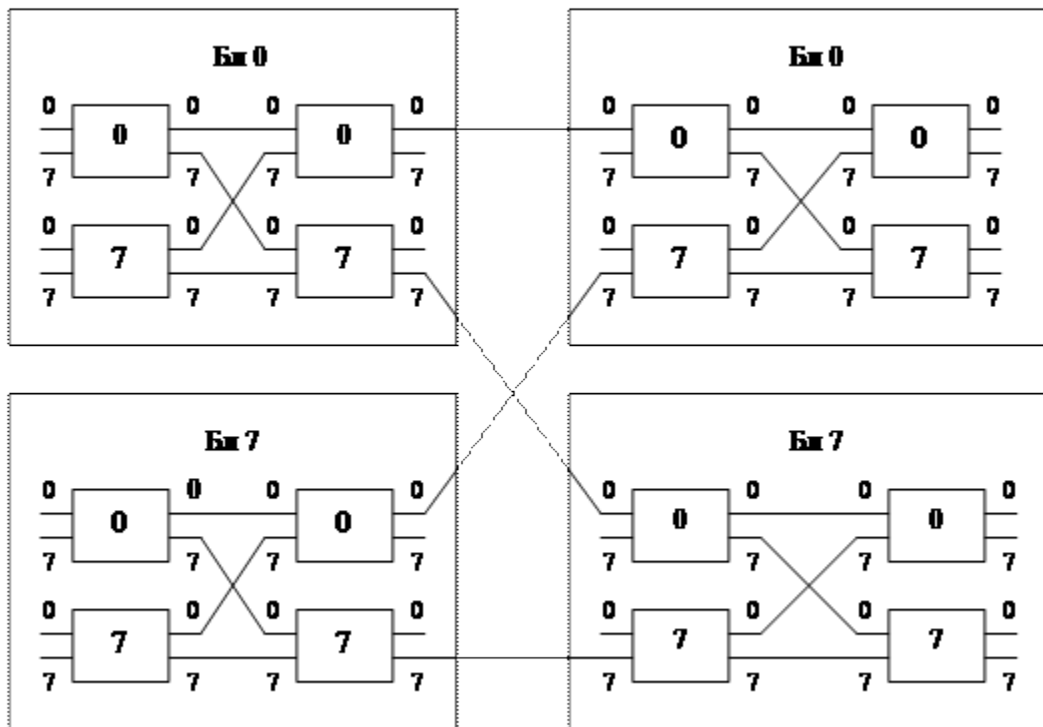


Рисунок 2.9 - Многозвенная схема.

С целью повышения эффективности данных многозвенных схем вводится концентрация. Суть концентрации в многозвенных схемах заключается в том, что число входов относительно выходов выполняется в соотношении 2:1. Концентрация выполняется конструктивно путём параллельного подключения матриц.

Недостатком многозвенных схем является проявление явления, называемое блокировкой. Под блокировкой понимается невозможность установления соединения от заданного входа к свободному выходу из-за отсутствия свободных промежуточных линий.

Для примера рассмотрим принцип блокировки свободного выхода можно продемонстрировать на следующей схеме (рисунок 2.10.)

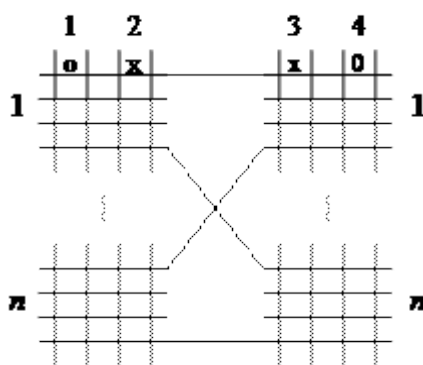


Рисунок 2.10 - Принцип блокировки свободного выхода.

В виду занятия 2-м и 3-м входом промежуточной линии попытка установить соединение между 1 и 4 получает отказ. Тем самым параметры двухзвенных схем рассчитываются при заданных потерях. Количество данных потерь может быть уменьшено за счёт увеличения связанности. Для этого количество промежуточных линий увеличивают.

В цифровых станциях промежуточные линии представляют собой ИКМ - тракты, содержащие 30 каналов, т.е. связанность равна 30, что значительно уменьшает вероятность блокировки. В многозвенных схемах применяется обусловленный способ искания, что подразумевает поиск свободного пути в целом.

Процесс такого искания следующий:

- между двумя точками определяются доступные и свободные пути;
- выбирается единственный путь;
- определяются номера свободных линий на каждом звене;
- формируется результат искания.

Сам процесс искания свободной линии называют пробой. Устройство, осуществляющее данный процесс, называется пробным устройством. Однако в связи с блокировкой возникают проблемы связанные с доступностью и смешиванием нагрузки.

Под доступностью понимается число путей, каждый из которых может состоять из нескольких линий, ведущих от одного входа к искомым входам.

Существуют следующие варианты поиска:

- Свободное искание, когда имеется любой выход КП с которым необходимо произвести коммутацию.
- Групповое искание, когда ведётся поиск любого выхода но в определённой группе (после набора номера определяется вызываемая станция и направление к ней через соответствующие выходы).
- Вынужденным исканием, когда производится поиск промежуточной линии к одному из выходов.
- Смешивание, обеспечивающее большую доступность от внутренних линий к межстанционным направлениям.

Неполнодоступное включение. Неполнодоступной схемой называется такая схема, в которой различным подгруппам источников вызовов доступны различные группы обслуживающих приборов, т.е. не каждый выход доступен каждому входу (рисунок 2.11)

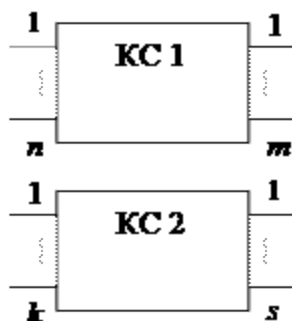


Рисунок 2.11 - Неполнодоступное включение

Цель неполнодоступного включения – обеспечение неравномерного использования станционных линий, исходя из их неравномерного подключения.

Например: если управляющее устройство выбирает матрицы начиная с наименьшего номера, то последние выходы будут занимать в последнюю очередь, следовательно, вероятность их занятия будет меньше чем к другим выходам, поэтому они могут быть отданы в распоряжение других групп абонентских линий.

Ступенчатая схема. Коммутационная схема, у которой наряду с выходами, доступные только определённым группам входов, имеются выходы доступные всем выходам называется, **ступенчатой схемой**.

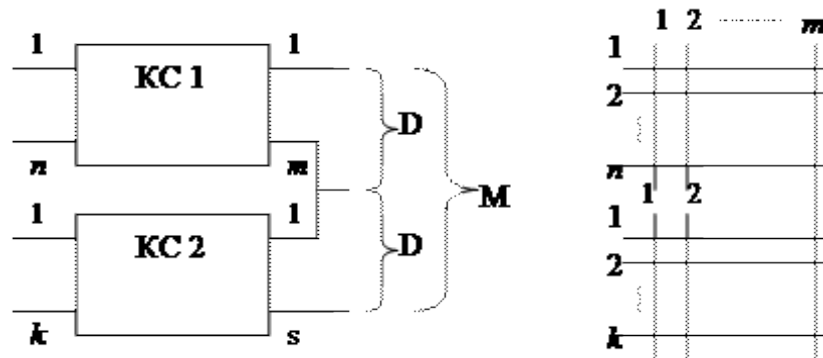


Рисунок 2.12 - Ступенчатая схема

В данной схеме каждой подгруппе входов доступно D выходов из общего числа M и имеются выходы доступные одновременно обеим подгруппам входов.

Указанные типы схем включения обслуживающих приборов отличаются не только структурой, но и пропускной способностью (рисунок 2.13.).

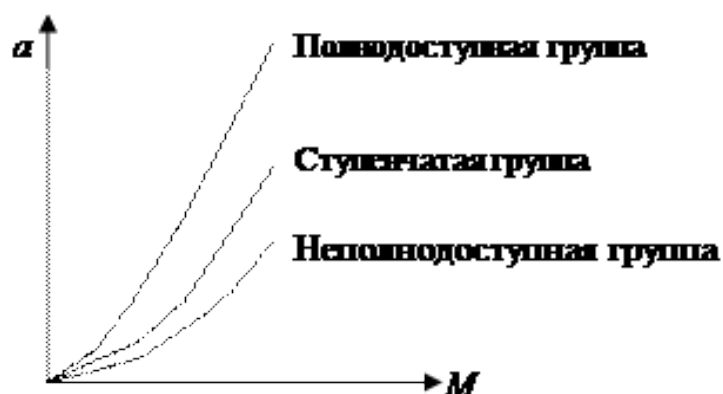


Рисунок 2.13 - Включение обслуживающих приборов по пропускной способности.

Полнодоступные схемы наиболее полно используют обслуживающие приборы. Неполнодоступные – наименее. Ступенчатые, занимают промежуточное положение. В соответствии с этим находится пропускная способность групп обслуживающих приборов.

Сам процесс искания свободной линии называют пробой. Устройство, осуществляющее данный процесс, называется пробным устройством. Однако в связи с блокировкой возникают проблемы связанные с доступностью и смешиванием нагрузки.

Существуют следующие варианты поиска:

— Свободное искание, когда имеется любой выход КП с которым необходимо произвести коммутацию.

— Групповое искание, когда ведётся поиск любого выхода но в определённой группе (после набора номера определяется вызываемая станция и направление к ней через соответствующие выходы).

— Вынужденным исканием, когда производится поиск промежуточной линии к одному из выходов.

— Смешивание, обеспечивающее большую доступность от внутренних линий к межстанционным направлениям.

2.3 Принципы построения сетей телефонной связи с коммутацией каналов, системы нумерации.

Сети связи создаются для передачи информации между абонентами и бывают коммутируемыми и некоммутируемыми. Сеть называется коммутируемой, когда тракт передачи информации создается по запросу абонента на время передачи сообщения, и некоммутируемой, когда тракт передачи информации обеспечивается, постоянным соединением между определенными абонентами и нет необходимости в коммутации. Телефонные сети являются коммутируемыми. Общегосударственная телефонная сеть состоит из междугородной телефонной сети и зональных телефонных

сетей. Междугородная телефонная сеть обеспечивает соединение автоматических междугородных телефонных станций (АМТС) различных зон.

Зоновая телефонная сеть состоит из местных телефонных сетей, расположенных на территории зоны и внутризоновой телефонной сети. Местные телефонные сети разделяются на городские, обслуживающие город и ближайшие пригороды (ГТС), и сельские (СТС), обеспечивающие связь в пределах сельского административного района.

Учрежденческо - производственная телефонная сеть (УПТС) служит для внутренней связи предприятий, учреждений, организаций и может быть соединена с сетью общего пользования либо быть автономной.

Построение телефонных сетей.

Зоновая телефонная сеть включает всех абонентов определенной территории, охватываемой единой семизначной нумерацией, и является частью ОАКТС. Территории зональных сетей совпадают с территориями административных областей (республик). В зависимости от конфигурации области и телефонной плотности территории нескольких областей могут быть объединены в одну зону и, наоборот, одна область может быть разделена на две зоны и более. Зоновая сеть включает в себя ГТС и СТС, причем на территории одной зоны может быть несколько ГТС и СТС. Крупные города с семизначной нумерацией выделяются в самостоятельные зоны.

Сельские телефонные сети охватывают более обширные территории, чем городские, но плотность телефонных аппаратов значительно меньше. Поэтому емкость автоматических телефонных станций АТС в сельских местностях значительно меньше, чем в городах.

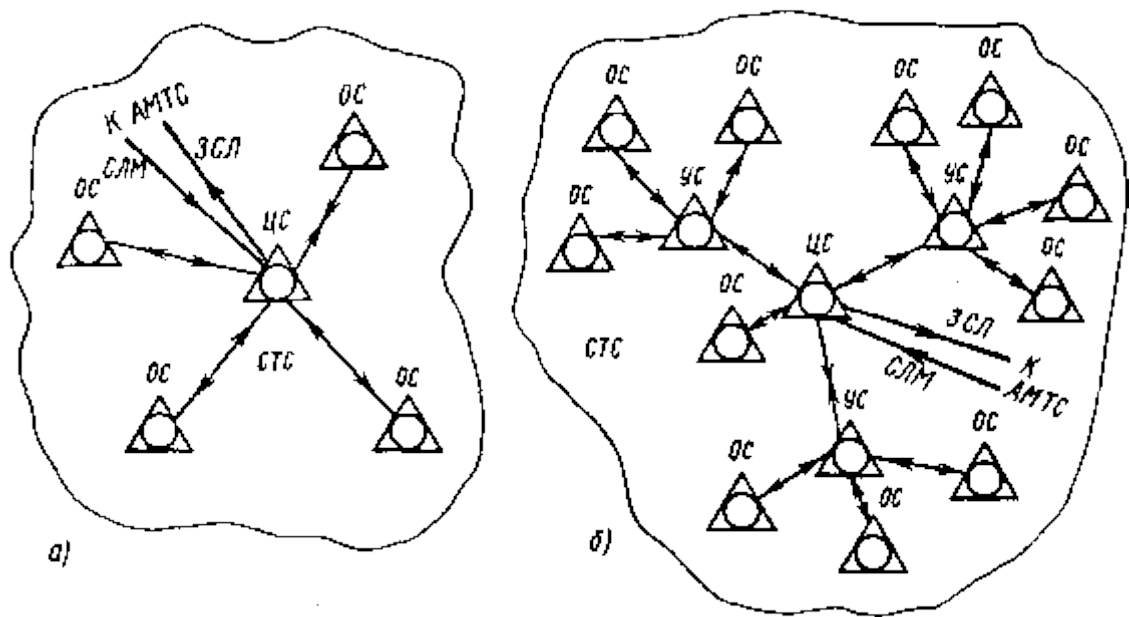


Рисунок 2.14 - Схемы построения сельской телефонной сети: а - одноступенчатая, б– двухступенчатая.

В районном центре сельской местности устанавливается центральная станция (ЦС), которая является коммутационным узлом и выполняет одновременно функции городской телефонной станции районного центра. Из-за большой территории СТС и малой плотности телефонных аппаратов непосредственное включение всех абонентских линий в ЦС экономически не оправдано. Поэтому на СТС применяют узлообразование с различной степенью децентрализации станционного оборудования.

В настоящее время используют одно- и двухступенчатое построение СТС.

При одноступенчатом построении СТС (рис. а) кроме ЦС имеются конечные телефонные станции ОС, включаемые непосредственно в ЦС районного центра. В этом случае в соединении между сельскими абонентами двух различных ОС участвует только один узел автоматической коммутации - станции ЦС.

На СТС, занимающих большую территорию из экономических соображений, применяют двухступенчатое построение с различными коммутационными узлами (рис. б). В этом случае на СТС устанавливают ЦС, ОС и узловые станции (УС).

Наибольшее количество станций, через которые могут соединяться абоненты на СТС, достигает пяти (ОС - УС - ЦС - УС - ОС).

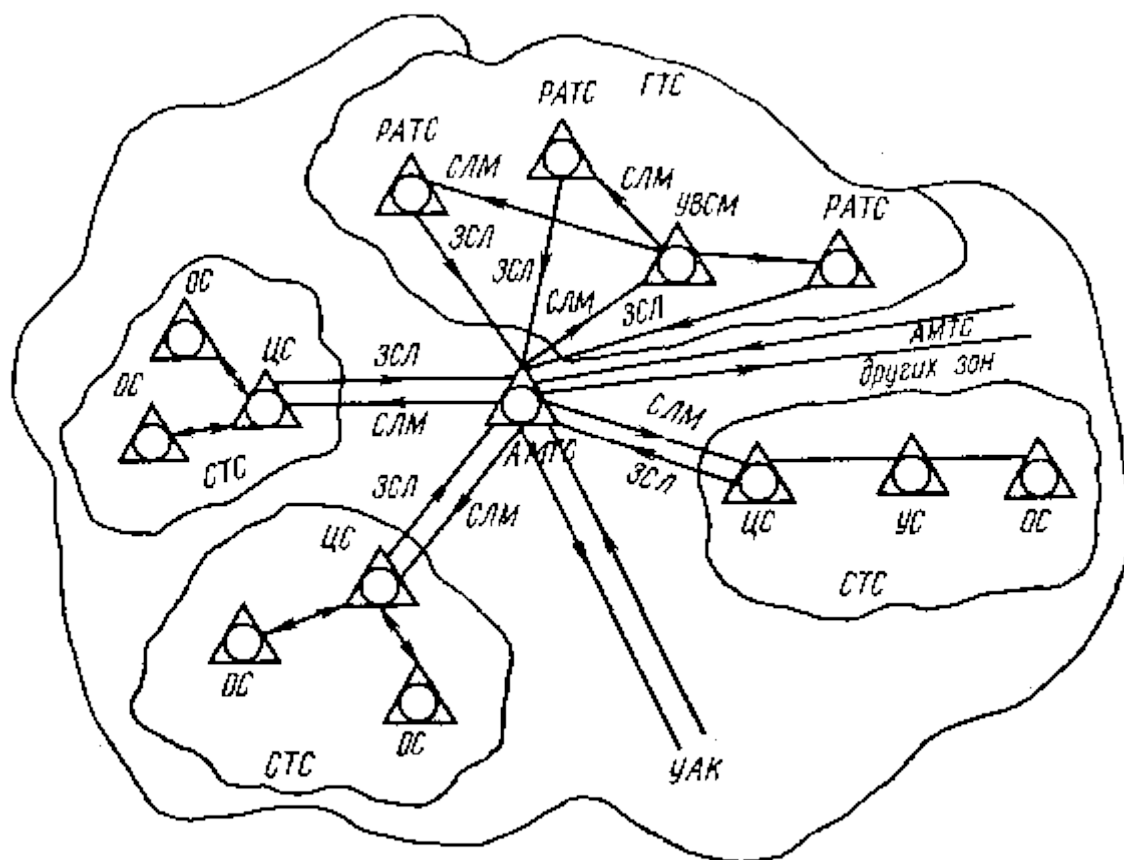


Рисунок 2.15 - Схема построения зоновой сети.

Зоновые сети имеют оконечные АМТС, входящие в междугородную телефонную сеть. Через АМТС междугородная сеть объединяет все зоновые сети в единую ОАКТС. Городская и сельская телефонные сети связаны с АМТС своей зоны. Если в зоне несколько таких АМТС, одна из них является основной, причем АМТС одной зоны связываются между собой каналами по принципу "каждая с каждой". С АМТС зоны непосредственно соединяются районные АТС (РАТС) или междугородные узлы входящего сообщения городских телефонных сетей (УВСМ).

Для объединения зоновых телефонных сетей страны в общегосударственную сеть создается междугородная телефонная сеть, в которую входят узлы автоматической коммутации первого класса (УАК-1) и второго класса (УАК-Н).

Упрощенная структурная схема ОАКТС приведена ниже.

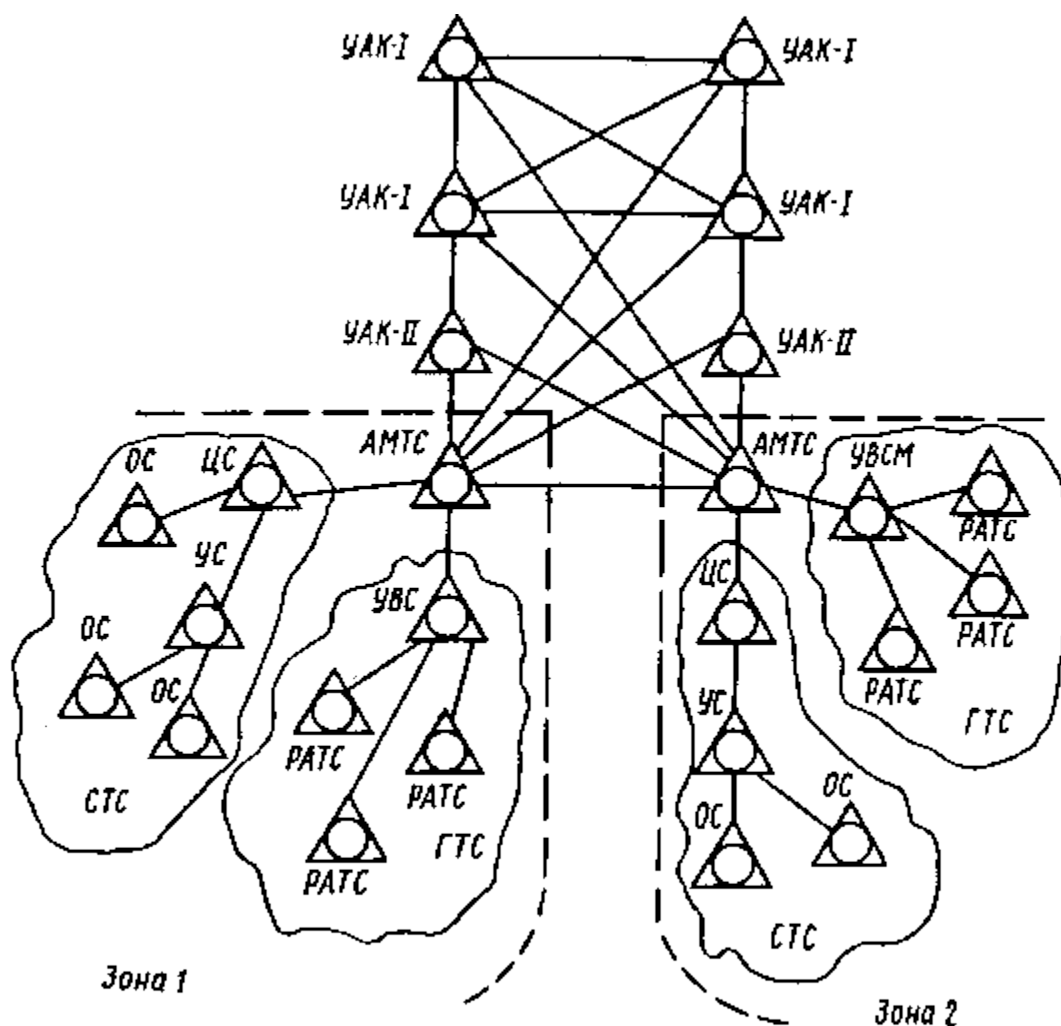


Рисунок 2.16 - Структурная схема ОАКТС.

Все узлы автоматической коммутации УАК-1 соединяются между собой по принципу "каждый с каждым", обслуживают определенные территориальные районы и являются центром сети радиально-узлового построения. Узлы автоматической коммутации УАК-1 объединяют УАК-11 и АМТС. Все АМТС, расположенные на зональных сетях, являются конечными станциями междугородной сети, а УАК - транзитными. При большой нагрузке между АМТС устанавливается непосредственная связь.

Городская телефонная сеть состоит из комплекса сооружений (станционное оборудование, здание, линейные сооружения, абонентские устройства и др.), обеспечивающих телефонной связью абонентов города и прилегающих к нему

пригородов. Стоимость линейных сооружений в значительной степени зависит от принципа построения ГТС и ее емкости.

По принципу построения ГТС делятся на нерайонированные и районированные. Районированные телефонные сети, в свою очередь, подразделяются на ГТС без узлов, ГТС с узлами входящего сообщения (УВС), а также с узлами исходящего (УИС) и входящего сообщений.

Простейшей является нерайонированная телефонная сеть, имеющая одну АТС, линейные сооружения которой состоят только из абонентских линий.

На нерайонированной сети могут быть соединительные линии (СЛ, СЛМ, ЗСЛ), необходимые для связи АТС с учрежденческо-производственной телефонной станцией УПАТС и междугородной телефонной станцией АМТС.

Структурная схема нерайонированной ГТС небольшого города представлена на нижнем рисунке слева. К городской автоматической телефонной станции (ГАТС) подключены индивидуальные абонентские линии, абонентские линии со спаренными телефонными аппаратами и линии таксофонов. Одновременно ГАТС связана односторонними соединительными линиями с АМТС и УПАТС. К АМТС подключены междугородные каналы и переговорные пункты: центральный (ЦПП) и районный (РПП). Кроме того, ГАТС выполняет роль связующего звена между УПАТС и АМТС, не имеющими непосредственной связи между собой.

Емкость нерайонированных телефонных сетей не превышает обычно 8000 номеров. Такие телефонные сети строятся в большинстве районных центров нашей страны.

С увеличением емкости ГТС нерайонированная сеть оказывается неэкономичной из-за большой протяженности абонентских линий, (эксплуатации которых высока, а использование мало), а также высокой стоимости строительства. Повышение использования линейных сооружений может быть достигнуто районированием (децентрализацией станционного оборудования), которое рекомендуется производить, начиная с емкости 10000 номеров.

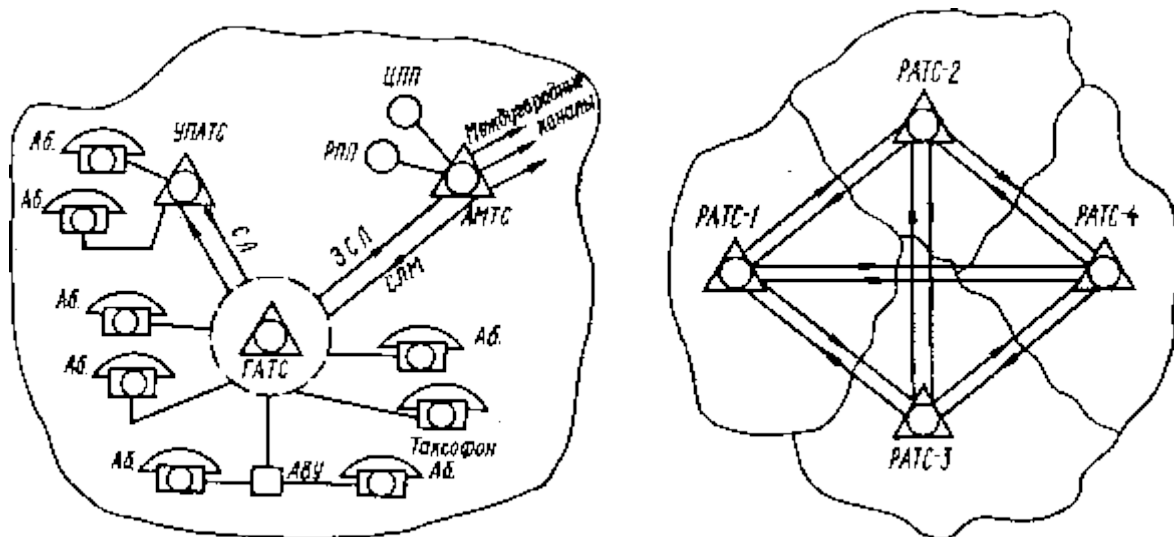


Рисунок. 2.17 - Структурна схема нерайонированной ГТС и схема районированной ГТС без узлов.

При емкости ГТС от 10 000 до 50 000 номеров территория города делится на районы (рис. выше, справа), обслуживаемые районными АТС (РАТС). Протяженность абонентских линии на районированной ГТС сокращается, так как АТС приближается к местам установки телефонных аппаратов. Районные АТС соединяют между собой линиями (СЛ) по принципу "каждая с каждой", при этом достигается более высокое использование пучков СЛ. Так как телефонное сообщение, возникающее на каждой РАТС, распределяется по небольшому числу направлений, пучки СЛ между РАТС получаются крупными.

Нумерация абонентских линий на таких ГТС пятизначная, первая цифра номера является кодом РАТС. С увеличением емкости районированной ГТС растет число РАТС, а следовательно, число пучков СЛ, что уменьшает их использование. При большом числе РАТС связь их по принципу "каждая с каждой" становится экономически нецелесообразной.

При емкости ГТС от 50 000 до 500 000 номеров сеть наиболее экономично строить с УВС. При таком построении ГТС делится на узловые районы, в каждом из которых может быть установлено несколько РАТС, соединяющихся между собой по принципу "каждая с каждой" (рис. ниже). Связь между РАТС одного узлового

района может осуществляться через УВС (см. рис. ниже, узловой район 2). Для соединения между собой абонентов разных узловых районов в каждом из них устанавливается УВС.

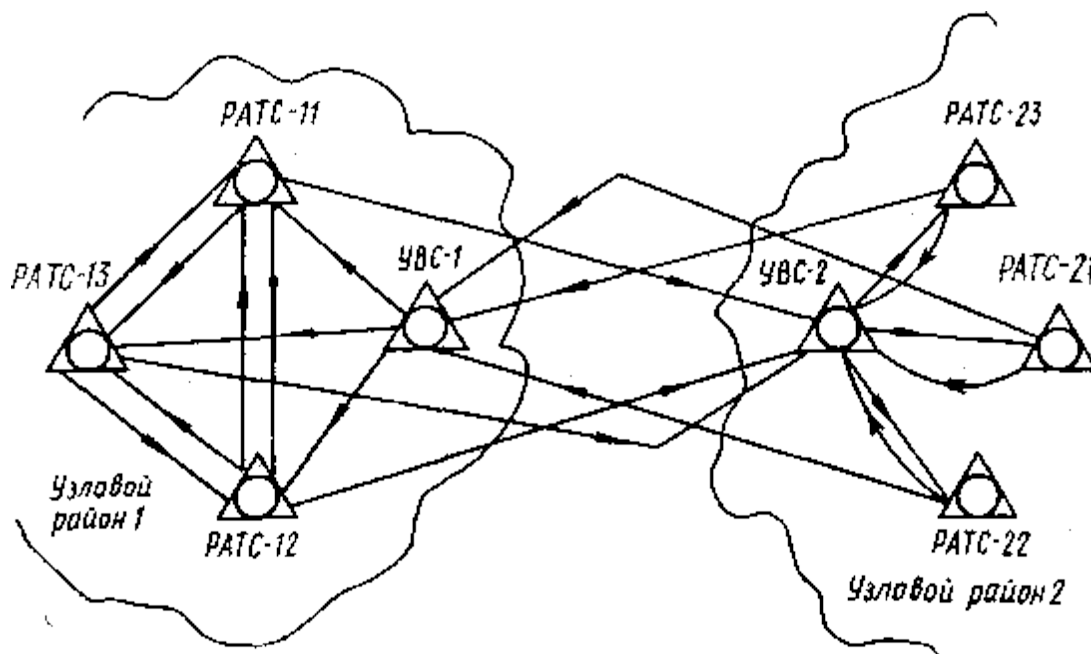


Рисунок 2.18 - Схема районированной ГТС с УВС.

Каждая РАТС телефонной сети соединяется с УВС других узловых районов сети исходящими, а со своим УВС - входящими СЛ. При наличии УВС на ГТС пучки СЛ от РАТС к УВС других узловых районов и от УВС к своим РАТС укрупняются. На районированных ГТС с УВС применяют шестизначную нумерацию, первая цифра является кодом узлового района, а вторая - кодом РАТС.

В настоящее время многие ГТС СССР построены с УВС. С ростом числа РАТС эффект узлообразования возрастает. При емкости ГТС более 500 000 номеров даже при наличии на сети УВС число пучков СЛ становится очень большим, емкость и использование их уменьшаются. В этом случае использование СЛ увеличивают образованием на районированной телефонной сети, кроме УВС - УИС. Территория города делится на миллионные зоны, каждая из которых может включать в себя до десяти узловых районов емкостью до 100 000 номеров каждый.

Концентрируемая на УИС исходящая телефонная нагрузка по крупным пучкам СЛ поступает к УВС других узловых районов. Число и протяженность пучков СЛ значительно уменьшаются, а использование их возрастает.

В пределах узлового района РАТС соединяются между собой по принципу "каждая с каждой", а с РАТС других узловых районов - через УИС и УВС.

На ГТС с УИС и УВС применяют семизначную нумерацию; первая цифра номера определяет код миллионной зоны, вторая - код узлового района, а третья - код РАТС.

Схема межстанционных связей на телефонной сети с УВС и УИС показана ниже. Связи между РАТС одного узлового района осуществляются по принципу "каждая с каждой" либо через УВС (на рисунке не показано).

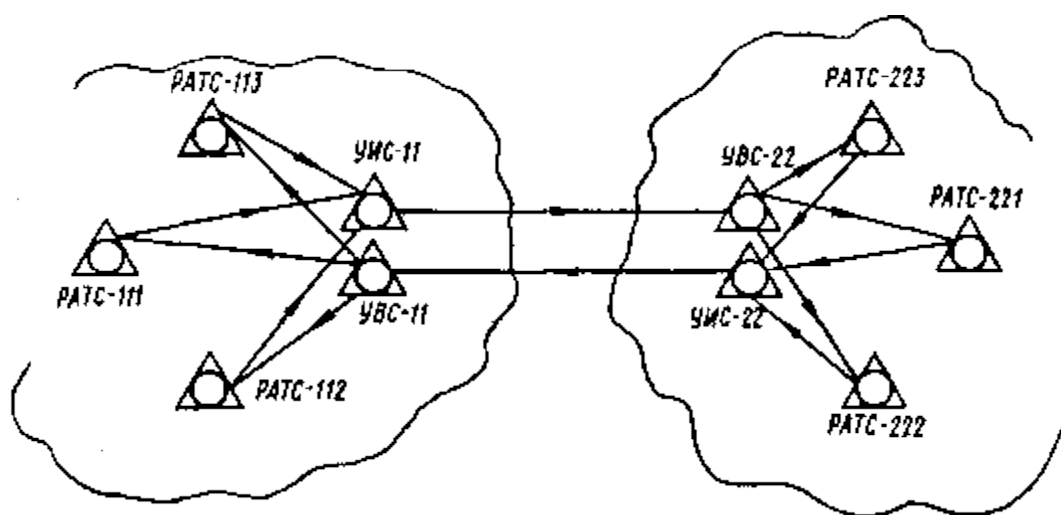


Рисунок 2.19 - Схема районированной ГТС с УВС и УИС

Абонентские линии являются линиями двустороннего действия, т. е. по этой линии абонент вызывает станцию и станцию абонента. Соединительные линии между РАТС являются линиями одностороннего действия, поэтому для каждой РАТС необходимы два вида пучков СЛ - один для исходящей связи, второй - для входящей.

Для обслуживания телефонной связью крупных промышленных предприятий, учреждений, больниц, гостиниц в них организуется своя телефонная сеть,

обслуживаемая самостоятельной учрежденческо-производственной АТС (УПАТС). Какой-то части абонентов предоставляется возможность связи с абонентами городской телефонной сети. Для этого между УПАТС и ближайшей РАТС прокладывают соединительные линии, которые являются линиями одностороннего действия, при этом название линий - исходящие и входящие - принимаются относительно УПАТС. При исходящей связи абонент УПАТС набирает индекс выхода (цифра 9 или 0) на РАТС, после чего он может набрать номер любого абонента городской телефонной сети. Нумерация абонентов УПАТС может быть двух-, трех или четырехзначная в зависимости от емкости УПАТС. При полноавтоматической входящей связи с абонентами УПАТС нумерация абонентов входит в нумерацию городской телефонной сети.

Под системой нумерации понимают определенную комбинацию цифр, характеризующую телефонный адрес вызываемого абонента и передаваемую на телефонную станцию абонентом.

Общегосударственная автоматически коммутируемая телефонная сеть должна обеспечивать минимальную значность номера и неизменность системы нумерации в течение длительного периода (до 50 лет).

Нумерация может быть закрытой и открытой. Нумерация называется закрытой (единой), если абонент вызывается набором одного и того же номера независимо от места нахождения вызывающего пункта. При закрытой системе нумерации номер вызываемого абонента не зависит от вида связи - местной, зонавой или междугородной. Нумерация называется открытой, если зависит от вида связи: местной, зонавой или междугородной.

В ОАКТС принята открытая система нумерации с постоянными кодами. Междугородный номер абонента на сети страны содержит десять цифр и имеет структуру АВСабхххххх, где АВС - постоянный трехзначный код зоны, аб - код местной сети или сотысячной группы абонентов, а последние пять цифр хххххх - пятизначный номер абонента. В соответствии с принятым в СССР зонавым принципом нумерации вся территория страны разделена на 166 телефонных зон с единой семизначной нумерацией абонентов.

При автоматической междугородной связи абонент в первую очередь набирает установленный (единый в СССР) индекс выхода на АМТС - цифру 8, а затем код зоны АВС и после этого семь цифр зонового абонентского номера. При вызове абонентов ГТС областного центра с пятизначной или шестизначной местной нумерацией местный номер абонента должен дополняться до зонового (семизначного) соответственно цифрами 22 или 2. При вызове абонентов ГТС областного центра, где не организована зона (нет АМТС), временно допускается дополнять нулями местный номер абонента до зонового. Например, при вызове абонента г. Нальчика необходимо набрать: 8 866 00 2 48 26.

В качестве А могут быть использованы все цифры, кроме 1 и 2, а в качестве В и С - любые цифры. Первая цифра абонентского номера не может быть 8 и 0 при семи-шести-пятизначной нумерации.

При внутризоновой связи вместо АВС набирается цифра 2 (т. е. 82 аб ххххх), которая является внутризоновым кодом. В качестве а могут быть использованы цифры кроме 8 и 0, а в качестве б - любые цифры.

На ГТС нашей страны, как правило, применяют закрытую систему нумерации. Число знаков в номере абонента зависит только от емкости ГТС. Если на ГТС принята семизначная нумерация, то местный и зоновый номера совпадают (например, ГТС Москвы, Ленинграда, Киева). При автоматической международной телефонной связи абонент должен набрать: цифры 8, 10, международный номер (где 10-индекс выхода на автоматическую международную телефонную сеть). Полный международный номер вызываемого абонента может иметь 11-12 знаков.

Абонентские и соединительные линии и повышение их использования. Абонентские линии представляют собой наименее используемую часть сооружений ГТС, а затраты на них составляют около 30 % общих затрат на линейные сооружения. Поэтому необходимы способы повышения использования этих индивидуальных линий. Наибольшее распространение получило спаренное включение двух телефонных аппаратов в одну абонентскую линию. При этом каждый из аппаратов имеет самостоятельный номер. Для спаренного включения

ранее применяли релейные блокираторы. В настоящее время используют диодно-транзисторные приставки, смонтированные непосредственно в телефонной розетке.

К недостаткам спаренного включения относятся: невозможность одновременного ведения разговора, перехват вызова одного абонента другим, если последний снимает микротелефонную трубку первым, сложность предоставления междугородных переговоров, невозможность связи между спаренными телефонными аппаратами.

В настоящее время для коллективного включения двух аппаратов в одну абонентскую линию применяют абонентскую высокочастотную установку (АВУ). В данном случае разделение цепей происходит по частоте, поэтому при включении двух аппаратов с АВУ оба абонента могут пользоваться связью одновременно, а не поочередно.

Во избежание усложнения абонентской проводки спаренное включение допускается только для телефонных аппаратов квартирного сектора, расположенных в непосредственной близости один от другого.

Экономического эффекта от широкого применения спаренного включения аппаратов на ГТС достигают только при большой протяженности абонентских линий. С увеличением телефонной плотности ГТС длина абонентских линий сокращается и, следовательно, экономическая целесообразность спаренного включения уменьшается. Однако на нерайонированный ГТС, а также при большой протяженности абонентских линий спаренное включение будет применяться еще длительное время (например, на СТС).

Снижение затрат на абонентские линии достигается использованием телефонных подстанций на ГТС, которые следует рассматривать как децентрализацию коммутационного оборудования, т. е. приближение части РАТС к месту установки телефонных аппаратов. Подстанции представляют собой часть оборудования РАТС, установленного в отдельном помещении вблизи места сосредоточения аппаратов абонентов. Подстанция с "опорной" РАТС соединяется пучком исходящих и двум пучками входящих СЛ (для местной и междугородной

связи), число которых значительно меньше числа абонентских линий. Нумерация абонентов подстанции входит в нумерацию "опорной" РАТС.

Применение подстанций значительно снижает затраты на магистральные кабели абонентской сети. В настоящее время на телефонных сетях широко применяют подстанции ПСК-1000.

Межстанционные соединительные линии являются важнейшей частью тракта на ГТС. На районированных ГТС, особенно в крупных городах, расход кабеля на межстанционные связи может превышать расход кабеля на абонентские линии. Поэтому большое значение имеет увеличение использования СЛ. Одним из способов такого увеличения является укрупнение пучков линий рациональным построением ГТС - узлообразованием. Другой способ - применение различных систем передачи - аппаратуры высокочастотного телефонирования КРР "КАМА", позволяющей по одной паре кабеля передавать одновременно 30 телефонных разговоров, и аппаратуры с импульсно-кодовой модуляцией ИКМ-30.

В настоящее время разработаны новые принципы построения телефонных сетей, в основу которых положено объединение систем передачи и коммутации на основе импульсно-кодовой модуляции. Такое построение телефонных сетей называется единой системой "уплотнение - коммутация", а ГТС, построенные по этому принципу, называются интегральными телефонными сетями.

2.4 Системы межстанционной сигнализации на аналоговых и цифро-аналоговых сетях. Основы построения систем с коммутацией каналов.

Под сигнализацией в сетях связи понимается передаваемых между элементами сети и способ их передачи для обеспечения установления и разъединения соединения при обслуживании вызовов, а также для передачи служебной информации. К сигналам относятся вызов станции ответ станции набор номера посылки вызова и контроля и сигналы занятости абонента эти сигналы называются абонентскими. В состав межстанционной сигнализации включены все сигналы, передаваемые коммутационными узлами это сигналы управления и сигналы

маршрутизации. Линейные сигналы используются между станциями для взаимного информирования линий. Это сигналы занятия подтверждения занятия, а также сигналы отбоя вызываемого и вызывающего. Звеном в сети электросвязи называется участок передачи информации ограниченный 2 смежными узлами коммутации или узлом коммутации и абонентским терминалом. В зависимости от звена сети различают следующие виды сигнализации:

- На участке между абонентским терминалом и коммутационной станцией;
- Внутростанционная между коммутационными блоками внутри коммутационной станции;
- Межстанционная меж коммутационных станциях.

Сигнальная информация может передаваться 3 способами:

1) Передача сигналов непосредственно по телефонному каналу сигналы передаются постоянным током или токами тональной частоты от 300 до 3400кГц. Система сигнализации с данным способом передачи называется системами сигнализации с внутрислотовыми соединениями. Для этого способа сигнализации характерно, что в процессе обслуживания вызова сигнальная и полезная информации проходят один и тот же путь внутри станции и вне ее;

2) Передача сигналов по выделенному сигнальному каналу в качестве, которого используется выделенный частотный канал неразговорного спектра каналов частоты 3825 Гц. Сигнализация по выделенному сигнальному каналу - такая технология позволяет добиться большей гибкости управления вызовами и является более экономичной в процессе обслуживания вызова. Сигнальная и полезная информация проходят один и тот же путь, но внутри станции разговорная информация проходит через коммутационные блоки, а сигнальная информация (обозначенная пунктирными линиями) передается и принимается управляющими устройствами станции.

3) Передача сигналов по общим каналам сигнализации передача осуществляется по тракту, который предоставляется для целого пучка каналов по принципу адресного использования. Сигналы передаются в соответствии со своими

адресами и размещаются в общем буфере для использования каждым телефонным каналом, в зависимости от его потребности такая система называется общекаанальной сигнализацией. В системе ОКС тракты сигнальные и разговорные разделены, такое разделение происходит как внутри, так и тем самым производит распределение коммутации и сигнализации. Для ОКС может применяться отдельная сеть сигнализации либо сигнализация может быть использована путем занятия выделенных каналов, используется 16 временной интервал временного потока. Разговорная информация также проходит через коммутационные блоки, однако информация передается по отдельному тракту как внутри, так и вне станции. Абонентская сигнализация и взаимодействие абонентского терминала со станцией. В понятие абонентской сигнализации включены все сигналы взаимодействия терминалов и сети. К ним относятся терминалы абонентского состояния, информация набираемая абонентом и сигналы информирования абонентом. Абонентская сигнализация полностью зависит от поведения абонентов.

К сигналам о состоянии терминала относятся:

1. Вызов станции, он формируется при снятии трубки абонентом и соответствует переходу абонентского шлейфа из разомкнутого в замкнутое состояние;
2. Ответ абонента формируется при снятии телефонной трубки вызываемым абонентом и соответствует переходу из разомкнутого в замкнутое состояние;
3. Отбой, возвращение трубки на рычаг соответствует переходу шлейфа из замкнутого в разомкнутое состояние.

Сигналы информирования абонента:

- 1) Ответ станции непрерывный тональный сигнал, который приглашает абонента;
- 2) Посылка вызова посылка вызывного тока в виде подачи сигналов с напряжением 95В.

Контроль посылки вызова - это тональный сигнал вызывающему абоненту по длительности посылок и периодичности повторяющего сигнал вызова. Этот сигнал информирует вызывающего абонента, что линия свободна.

Занято - прерывистый тональный сигнал в виде периодических посылок с одинаковыми временами посылки и интервалом. Сигнал информирует абонента о том, что попытка установления закончилась неудачей, либо вызываемый абонент повесил трубку, с помощью этих сигналов устанавливается связь с абонентом. Передача номера абонента по абонентской линии. В настоящее время используется два способа набора номера вызываемого абонентом.

Импульсный набор (набор декадным способом) тональный набор многочастотным кодом. При импульсном наборе импульсы посылаются путем поочередного замыкания и размыкания бестоковая посылка со скоростью 10 имп./с.

В современных сетях связи система сигнализации позволяет станциям с программным управлением, сетевым базам данных и другим узлам обмениваться сообщениями, относящимися к процессам установления, поддержания и разъединения соединений, а также информацией, необходимой для выполнения распределенных прикладных процессов и управления сетевыми ресурсами. Другими словами, она определяет инфраструктуру управления современных сетей связи.

До 60-х гг. в телефонных сетях передача сигналов установления соединения и передача речи осуществлялись по одному и тому же каналу. Такой способ крайне неэффективен. В конце 70-х гг. была разработана система сигнализации (Signaling System, SS7) с целью передачи управляющих сигналов по сети с коммутацией пакетов, полностью обособленной от базовой информационной сети. В 80-х гг. в SS7 были интегрированы компьютеры, которые при помощи системы сигнализации проверяли возможность установления соединения с абонентом, перед тем как коммутировать канал от исходящей станции до станции назначения. Наконец, в начале 90-х гг. был разработан стандарт интеллектуальной сети (Intelligent Network, IN), узлы которой являются узлами системы сигнализации. В середине 90-х гг. SS7 получила дальнейшее развитие. Были созданы стандарты для сигнализации в сетях АТМ. На SS7 базируются и основные стандарты сетей сотовой подвижной связи,

например GSM. Система SS7 является также ключевым элементом систем подвижной связи третьего поколения, в частности UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

В настоящее время на базе SS7 и протоколов H.323 создаются шлюзы между телефонной сетью общего пользования и сетями Internet для приложений IP-телефонии. Такие ведущие разработчики операционных систем, как Microsoft, Sun Microsystems и Hewlett-Packard, вместе с партнерами интегрируют протоколы SS7 в свои ОС. В июне прошлого года компания Trillium Digital Systems продемонстрировала программные интерфейсы для SS7 и IN, отвечающие спецификациям JavaBeans фирмы Sun Microsystems. Крупнейшие производители средств связи Siemens, Nokia, Ericsson, Lucent Technologies постоянно расширяют спектр продуктов, поддерживающих SS7, начиная от модулей, интегрированных в коммутационное оборудование, и кончая выделенными (stand-alone) узлами. Выделенное оборудование и переносимое программное обеспечение SS7 производятся также рядом других компаний.

Таким образом, можно с уверенностью констатировать: к концу двадцатого столетия система SS7 заняла прочное место в мире телекоммуникаций как в сфере телефонии, так и в широкополосных сетях и Internet. Есть все основания ожидать, что это доминирующее положение сохранится за ней и в отдаленной перспективе.

Существенно, что сфера применения SS7 сегодня не ограничивается традиционными потребностями связи, а распространяется на широкий спектр приложений, развивающихся в рамках интеграции компьютерных технологий и телефонии и других современных областей телекоммуникационной индустрии.

SS7, являясь по сути системой с коммутацией пакетов, имеет специфическую архитектуру и терминологию, пришедшую в основном из телефонии, но несколько изменившуюся за последнее время под влиянием компьютерных технологий. В русскоязычных источниках не так просто отыскать краткое и одновременно полное изложение базовых понятий SS7. Непосредственное же изучение многостраничных международных стандартов этой системы может вызвать затруднения даже у специалистов. Статья представляет собой введение в систему сигнализации, которое

содержит краткое описание архитектуры ее базовых протоколов и примеры применения SS7 в управлении соединениями различного типа в сетях связи.

Коммутация каналов на основе разделения времени.

Коммутация на основе техники разделения частот разрабатывалась в расчете на передачу непрерывных сигналов, представляющих голос. При переходе к цифровой форме представления голоса была разработана новая техника мультиплексирования, ориентирующаяся на дискретный характер передаваемых данных.

Эта техника носит название мультиплексирования с разделением времени (Time Division Multiplexing, TDM). Рисунок 2.20 поясняет принцип коммутации каналов на основе техники TDM.

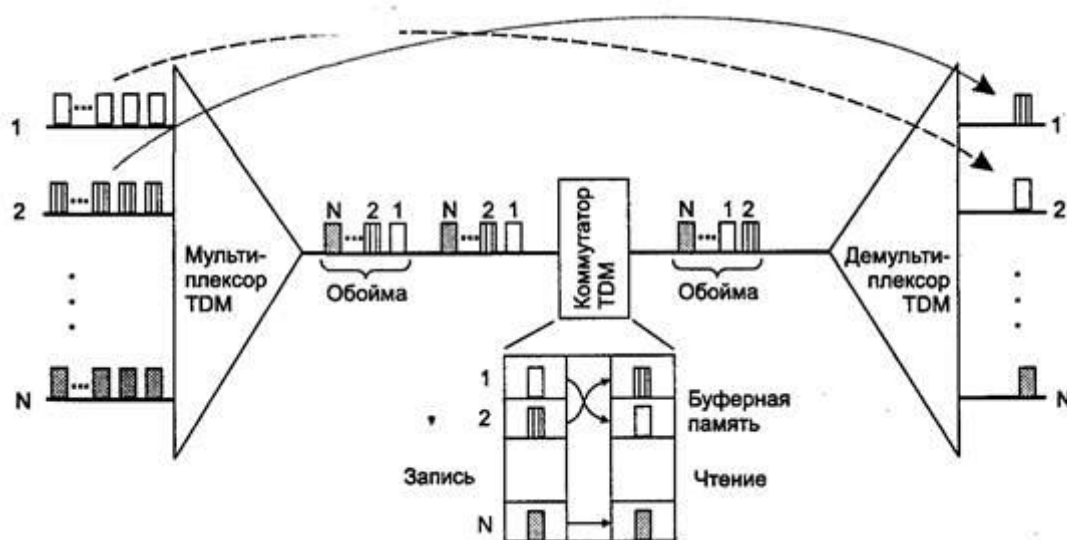


Рисунок 2.20. - Коммутация на основе разделения канала во времени.

Аппаратура TDM-сетей — мультиплексоры, коммутаторы, демultipлексоры — работает в режиме разделения времени, поочередно обслуживая в течение цикла своей работы все абонентские каналы. Цикл работы оборудования TDM равен 125 мкс, что соответствует периоду следования замеров голоса в цифровом абонентском канале. Это значит, что мультиплексор или коммутатор успевает вовремя обслужить любой абонентский канал и передать его очередной замер далее по сети. Каждому соединению выделяется один квант времени цикла работы аппаратуры, называемый

также тайм-слотом. Длительность тайм-слота зависит от числа абонентских каналов, обслуживаемых мультиплексором TDM или коммутатором.

Мультиплексор принимает информацию по N входным каналам от конечных абонентов, каждый из которых передает данные по абонентскому каналу со скоростью 64 Кбит/с — 1 байт каждые 125 мкс.

В каждом цикле мультиплексор выполняет следующие действия:

- ·прием от каждого канала очередного байта данных;
- ·составление из принятых байтов уплотненного кадра, называемого также обоймой;
- ·передача уплотненного кадра на выходной канал с битовой скоростью, равной $N \times 64$ Кбит/с.

Порядок байт в обойме соответствует номеру входного канала, от которого этот байт получен. Количество обслуживаемых мультиплексором абонентских каналов зависит от его быстродействия. Например, мультиплексор T1, представляющий собой первый промышленный мультиплексор, работавший по технологии TDM, поддерживает 24 входных абонентских канала, создавая на выходе обоймы стандарта T1, передаваемые с битовой скоростью 1,544 Мбит/с.

Демультиплексор выполняет обратную задачу — он разбирает байты уплотненного кадра и распределяет их по своим нескольким выходным каналам, при этом он считает, что порядковый номер байта в обойме соответствует номеру выходного канала.

Коммутатор принимает уплотненный кадр по скоростному каналу от мультиплексора и записывает каждый байт из него в отдельную ячейку своей буферной памяти, причем в том порядке, в котором эти байты были упакованы в уплотненный кадр. Для выполнения операции коммутации байты извлекаются из буферной памяти не в порядке поступления, а в таком порядке, который соответствует поддерживаемым в сети соединениям абонентов. Так, например, если первый абонент левой части сети рис. 3.3 должен соединиться со вторым абонентом в правой части сети, то байт, записанный в первую ячейку буферной памяти, будет извлекаться из

нее вторым. «Перемешивая» нужным образом байты в обойме, коммутатор обеспечивает соединение конечных абонентов в сети.

Однажды выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения «входной канал—выходной слот» в течение всего времени существования этого соединения, даже если передаваемый трафик является пульсирующим и не всегда требует захваченного количества тайм-слотов. Это означает, что соединение в сети TDM всегда обладает известной и фиксированной пропускной способностью, кратной 64 Кбит/с.

Работа оборудования TDM напоминает работу сетей с коммутацией пакетов, так как каждый байт данных можно считать некоторым элементарным пакетом. Однако, в отличие от пакета компьютерной сети, «пакет» сети TDM не имеет индивидуального адреса. Его адресом является порядковый номер в обойме или номер выделенного тайм-слота в мультиплексоре или коммутаторе. Сети, использующие технику TDM, требуют синхронной работы всего оборудования. Нарушение синхронности разрушает требуемую коммутацию абонентов, так как при этом теряется адресная информация. Поэтому перераспределение тайм-слотов между различными каналами в оборудовании TDM невозможно, даже если в каком-то цикле работы мультиплексора тайм-слот одного из каналов оказывается избыточным, так как на входе этого канала в этот момент нет данных для передачи (например, абонент телефонной сети молчит).

Сети TDM могут поддерживать либо режим динамической коммутации, либо режим постоянной коммутации, а иногда и оба эти режима. Так, например, основным режимом цифровых телефонных сетей, работающих на основе технологии TDM, является динамическая коммутация, но они поддерживают также и постоянную коммутацию, предоставляя своим абонентам службу выделенных каналов.

Существует аппаратура, которая поддерживает только режим постоянной коммутации. К ней относится оборудование типа T1/E1, а также высокоскоростное оборудование SDH. Такое оборудование используется для построения первичных сетей, основной функцией которых является создание выделенных каналов между коммутаторами, поддерживающими динамическую коммутацию.

Сети с коммутацией каналов обладают несколькими важными общими свойствами независимо от того, какой тип мультиплексирования в них используется.

Сети с динамической коммутацией требуют предварительной процедуры установления соединения между абонентами. Для этого в сеть передается адрес вызываемого абонента, который проходит через коммутаторы и настраивает их на последующую передачу данных. Запрос на установление соединения маршрутизируется от одного коммутатора к другому и в конце концов достигает вызываемого абонента. Сеть может отказать в установлении соединения, если емкость требуемого выходного канала уже исчерпана. Для FDM-коммутатора емкость выходного канала равна количеству частотных полос этого канала, а для TDM-коммутатора — количеству тайм-слотов, на которые делится цикл работы канала. Сеть отказывает в соединении также в том случае, если запрашиваемый абонент уже установил соединение с кем-нибудь другим. В первом случае говорят, что занят коммутатор, а во втором — абонент. Возможность отказа в соединении является недостатком метода коммутации каналов.

Если соединение может быть установлено, то ему выделяется фиксированная полоса частот в FDM-сетях или же фиксированная пропускная способность в TDM-сетях. Эти величины остаются неизменными в течение всего периода соединения. Гарантированная пропускная способность сети после установления соединения является важным свойством, необходимым для таких приложений, как передача голоса, изображения или управления объектами в реальном масштабе времени. Однако динамически изменять пропускную способность канала по требованию абонента сети с коммутацией каналов не могут, что делает их неэффективными в условиях пульсирующего трафика.

Недостатком сетей с коммутацией каналов является невозможность применения пользовательской аппаратуры, работающей с разной скоростью. Отдельные части составного канала работают с одинаковой скоростью, так как сети с коммутацией каналов не буферизуют данные пользователей.

3 Основы построения цифровых коммутационных станций (АТСЦ)

3.1 Назначение цифровых коммутационных станций (АТСЦ). Состав оборудования АТСЦ.

В коммутационном поле цифровой АТС осуществляются соединения между цифровыми основными каналами (каналы ЕО ИЛИ ОЦК), образованными в первичных цифровых каналах (каналы ПЦК или Е1), включенных в станцию.

Станция включает в себя: цифровое коммутационное поле (ЦКП), мультиплексоры /демультиплексоры (MUX), аналого-цифровые преобразователи (АЦП), абонентские комплекты (АК), комплект соединительных линий (КСЛ), периферийные управляющие устройства (ПУУ), блок тональных сигналов (БТС), интерфейсы базового доступа сети ISDN (BRI), интерфейс канала Е1 (PRI), центральный блок синхронизации (ЦБС), центральное управляющее устройство станции (ЦУУ) и внешние устройства (УВ).

В ЦКП включаются внутристанционные каналы Е1. Внутри ЦКП производятся соединения между каналами ЕО в соответствии с требованиями абонентов на установление соединений. Поскольку каналы ЕО находятся в разных временных позициях, построение ЦКП основывается на оперативной памяти, хранящей содержимое канальных интервалов входящих потоков 2048 кбит/с.

Комплекты КСЛ обеспечивают взаимодействие со встречными АТС по аналоговым СЛ (СЛА). Каждому КСЛ соответствует один АЦП. Для объединения и разделения цифровых потоков со скоростью 64 кбит/с также используется MUX. Комплекты КСЛ могут быть разных типов, что зависит от способа организации СЛ и типа межстанционной сигнализации. Комплекты КСЛ необходимы при использовании выделенных сигнальных каналов, организованных по аналоговым системам передачи. Для управления комплектами КСЛ используется периферийное управляющее устройство ПУУКСЛ.

гальваническую развязку с линейными цепями и устройства защиты от повышенных напряжений.

2. Формирователь циклов (ФЦ), служащий: в направлении передачи - формирование циклов длительностью 125 мкс и последовательности канальных интервалов КИ0 .КИ31 внутри каждого цикла; при приеме - выделение из входящего потока канальных интервалов и контроль над цикловой последовательностью. ФЦ позволяет вставлять и выводить информацию из канала сигнализации, для чего обычно предназначен КИ16. В ФЦ также можно выделять КИО, содержащий синхросигналы.

3. Буферная память (БП), необходимая для хранения содержимого канальных интервалов трактов приема и передачи канала Е1 с целью обеспечения синхронизации цифровых потоков внутри станции и в линейном тракте.

4. Мультиплексор (МХ) и демультиплексор (ДХ), служащие для введения и выделения канального интервала сигнализации (например, КИ16) из потока 2048 кбит/с.

5. Периферийное управляющее устройство ПУУрк1, обеспечивающее: прием и передачу сигнальной информации по одному из каналов ЕО (например, КИ-16); обмен сигнальной информацией с ЦУУ. В ПУУрк1 может также происходить преобразование межстанционной и внутростанционной (между ПУУР1 и ЦУУ) систем сигнализации. ПУУ РР1 может работать с одной из систем сигнализации по выделенным или по общему каналам сигнализации.

6. Устройство синхронизации (УС), обеспечивающее выделение и введение синхросигналов во входящий поток. В случае внешней (принудительной) синхронизации данной станции со стороны встречной АТСЦ от УС к ЦБС передаются тактовые синхросигналы. Передача синхросигналов от ЦБС к УС происходит при любом режиме синхронизации.

Интерфейс BRI служит для включения в станцию цифровых абонентских линий со стандартными точками SQ ИЛИ UQ В соответствии со стандартами сети ISDN. В состав интерфейса входят аналогичные по сравнению с PRI функциональные устройства/.

Центральное сигнальное устройство служит для обмена управляющей информацией между ЦУУ и всеми ПУУ с использованием внутростанционных сигнальных каналов ЕО, входящих в каналы Е1. Как показано на рисунке, для таких каналов ЕО могут использоваться КИО и КИ16. Управляющая информация передается в обе стороны через ЦКП. При этом внутростанционные сигнальные каналы ЕО со стороны устройств ПУУ скоммутированы через ЦКП по постоянной схеме с соответствующими каналами ЕО, входящими в каналы Е1, включенные в ЦСУ. С помощью буферов приема (БПР) и передачи (БПД) происходит накопление управляющей информации.

Блок ЦБС вырабатывает станционные синхросигналы, поступающие к различным устройствам станции. Этот блок включает в себя задающий генератор тактовых импульсов, служащий для формирования цифровых потоков внутри станции. Блок ЦБС может работать в автономном или принудительном режиме.

К внешним устройствам, связанным с ЦУУ, относятся: автоматизированное рабочее место оператора по техническому обслуживанию (АРМто); накопитель на соответствующем носителе; система тарификации вызовов и другие. АРМто обеспечивает контроль и управление работой станции и создается на базе персонального компьютера.

В ряде учрежденческих АТС связь между устройствами ПУУ и ЦУУ осуществляется по выделенным двусторонним внутростанционным каналам передачи данных, а не через ЦКП. В этом случае, обычно, обмен данными происходит по протоколу HDLC в режиме «ведущий-ведомый» (master-slave).

В цифровые абонентские линии включаются цифровые телефонные аппараты, принципиально отличающиеся от аналоговых аппаратов, рассмотренных в разделе 2.



Аппарат включается в четырехпроводную абонентскую линию с интерфейсом S0 через выводы R (прием) и T (передача). Приборы телефонного аппарата гальванически разделены с линией трансформаторами TV1 и TV2. Мультиплексор MX служит для обработки цифровых потоков. В режиме приема мультиплексор выделяет из общего потока со скоростью 192 кбит/с два потока по 64 кбит/с (два канала В) и один поток 16 кбит/с (канал D).

Формирование цифровых потоков происходит с участием генератора импульсов ГИ, синхронизируемого со стороны коммутационной станции. К приборам разговорного тракта (ПРТ) относятся: кодек, являющийся одновременно аналого-цифровым и цифро-аналоговым преобразователем; усилители и фильтр низкой частоты; кнопка SB1 для подключения громкоговорителя ВА1, используемого при приеме речи по желанию абонента. Аппарат имеет микротелефон МТ, в котором обычно используют электродинамические микрофон и телефон.

Прием вызова со стороны станции осуществляется на громкоговоритель ВА2. Формирование тонального вызывного сигнала происходит в генераторе вызова ГВ.

Для обмена информацией с коммутационной станцией по каналу D цифровой телефонный аппарат имеет устройство сигнализации УС. В УС из цифрового потока со стороны станции выделяются: сигнал вызова абонента; данные о номере вызывающего абонента; сигнал отбоя от другого абонента и другие данные. В УС для передачи в сторону станции формируются сигналы вызова станции, отбоя от абонента и данные о номерах вызываемого и вызывающего абонентов, а также данные по предоставлению дополнительных услуг.

Цифровой телефонный аппарат имеет микропроцессорный набор, состоящий из микропроцессора (МП), постоянного (ПЗУ) и оперативного (ОЗУ) запоминающих устройств. Обмен информацией внутри микропроцессорного набора, а также с другими устройствами цифрового телефонного аппарата, происходит через общую шину (ОШ). В ПЗУ хранятся программы работы цифрового телефонного аппарата, а в ОЗУ - оперативные данные.

Микропроцессор управляет работой телефонного аппарата. К нему от кнопочного номеронабирателя (ННК) поступает информация о цифрах номера вызываемого абонента и коды дополнительных услуг. Положение кнопки SB2, зависящее от положения микротелефонной трубки, позволяет микропроцессору обнаружить вызов или отбой от данного абонента (кнопка рычажного переключателя). Микропроцессор МП взаимодействует с УС, получая от него информацию со стороны станции и посылая через него информацию на станцию.

При поступлении со станции вызова микропроцессор воздействует на ГВ и дисплей Д.

Во время набора номера на дисплей выводятся набираемые цифры. В свободном состоянии дисплей обычно показывает текущее время. На дисплей можно вывести различную информацию, хранящуюся в ОЗУ. Дисплей обычно имеет одну-две строки, в каждой из которых может выводиться до 20 .40 буквенно-цифровых символов. Наиболее часто в дисплеях применяются жидкокристаллические индикаторы.

В большинстве случаев цифровые ТА рассчитаны на получение электропитания от источника постоянного тока коммутационной станции. Для этого в аппарате устанавливается блок питания, подключаемый к абонентской линии в средние точки линейных трансформаторов TV1 и TV2. На станционной стороне к абонентской линии по аналогичной схеме подключается источник постоянного тока (центральная батарея). Блок питания вырабатывает напряжения, необходимые для работы всех узлов аппарата. В multifunctional цифровых аппаратах обычно предусматривается автономное питание от местной сети переменного тока, что обусловлено потреблением аппаратом довольно большой мощности.

Для передачи данных по каналу В, в состав аппарата входит микроконтроллер МК, служащий для приема и передачи данных по этому каналу в соответствии с выбранным протоколом обмена приемопередающий интерфейс (R/E) со стыком RS232C. Обычно к такому стыку подключают персональный компьютер (ПК), являющийся терминалом сети передачи данных.

Важно заметить, что устройство УС обеспечивает установление соединений как на телефонной сети, так и на сети передачи данных.

3.2 Принцип построения АТСЦ разной емкости.

Рассмотрим принципы построения АТСЦ разной емкости на примере АТС типа АЛС. На ее основе возможна реализация любых АТС — от сельских станций на 30-60 номеров до 100-тысячных городских телефонных узлов. Аппаратура АТС АЛС адаптирована к существующим цифровым и аналоговым, высоко- и низкоскоростным системам передачи, что обеспечивает легкую интеграцию в существующие городские, сельские и корпоративные и ведомственные сети электросвязи с целью их модернизации и предоставления абонентам на всех уровнях сетевой иерархии полного спектра современных услуг.

Оборудование АТС АЛС представляет собой аппаратно- программный комплекс, имеющий гибкую блочную (модульную) архитектуру, и комплектуется в соответствии с предъявляемыми техническими требованиями.

Состав оборудования, структура построения, план нумерации, число абонентов и соединительных линий, типы и виды сигнализации на соединительных линиях, номенклатура протоколов взаимодействия определяются предъявляемыми техническими требованиями. Пользователь имеет возможность в процессе эксплуатации самостоятельно менять структуру построения, план нумерации, протоколы взаимодействия и т.п. в соответствии с изменяющимися параметрами сети, на которой эксплуатируется АТС.

Оборудование АТС АЛС построено по модульному принципу.

Модульный принцип — особенность построения технических систем, заключающаяся в подчинении их размеров проектному модулю и (или) в обеспечении возможности комплектования разнообразных сложных технических систем с большим различием характеристик из небольшого, экономически обоснованного, количества типов и типоразмеров одинаковых первичных (типовых или стандартных) общих модуль-элементов.

Модульный принцип построения позволяет легко и в короткие сроки модернизировать АТС АЛС. В случае изменения требований пользователей модернизация (доработка) АТС АЛС выполняется достаточно быстро и может

включать в себя как изменения в аппаратной части, так и в программном обеспечении. Так же в процессе модернизации можно решить целый комплекс задач, связанных и с доступом в Интернет, и с IP-телефонией, и с совмещением с механическими координатными АТС, и т.п.

Модернизация АТС может заключаться, например, в постепенном наращивании абонентской емкости, что обеспечивается добавлением необходимых модулей к уже имеющемуся комплекту. Стоит отметить, что при этом можно использовать одно и тоже программное обеспечение и индивидуальные конфигурации. Более того, в случае необходимости, замена самих модулей не требует каких-либо дополнительных операций, связанных с их настройкой.

Принципы модульности используются и в структуре программного обеспечения. Так же, при необходимости, по желанию оператора связи, эксплуатирующего оборудование, возможна организация удаленного доступа технической поддержки. Возможна также удаленная замена программ. Удаленный доступ является полезной функцией, позволяющей крупным операторам связи организовывать собственные центры технической поддержки и эксплуатации, уменьшая тем самым затраты на обслуживание оборудования.

Функцией системы управления базы данных является правильное размещение элементов данных, эффективный доступ и обеспечения высокой степени надежности. Такой уровень модульности программного обеспечения открывает соответствующий уровень гибкости, поскольку в настоящее время коммуникационная среда очень быстро меняется.

К достоинствам АТС АЛС следует отнести то, что она отличается малыми размерами, низким энергопотреблением, высокой степенью защиты от перегрузок по питанию и высоковольтных разрядов по абонентским линиям. Узлы и блоки выполнены на современной элементной базе с применением технологий поверхностного монтажа. Оперативный ремонт осуществляется заменой неисправных типовых элементов замены на исправные из комплекта запасные части и принадлежности. АТС АЛС не требует специальных помещений, кондиционирования и фальшпола.

В оборудовании АТС АЛС представлены все современные технологии, которые обеспечивают любое полное мультисервисное решение, оптимальное по цене, качеству и серверу.

Модульная станция может использоваться без ограничения в любых сельских, городских и ведомственных сетях, например в ведомственных сетях железнодорожного транспорта

Как уже было сказано АТС построена по модульному принципу и имеет гибкую структуру, позволяющую модифицировать параметры АТС в процессе эксплуатации. При этом программное обеспечение одно и то же для всех реализаций АТС и отличие состоит только в настройке-конфигурации.

В состав АТС АЛС могут входить один или несколько макромодулей. Макромодули в свою очередь состоят из блоков - одного или нескольких. Обязательным является наличие в макромодуле одного блока центрального коммутатора. Остальные модули макромодуля могут быть только периферийными. На рисунке 3.3 представлен пример построения АТС АЛС с номерной емкостью до 5000 номеров

На структурной схеме(рисунок 3.3) показаны:

- блок центрального коммутатора, выполняющего функции управления работой АТС и соединениями;
- блок абонентских линий;
- блок ИКМ;
- блок тарификации и СОРМ (система оперативно-ремонтных мероприятий)

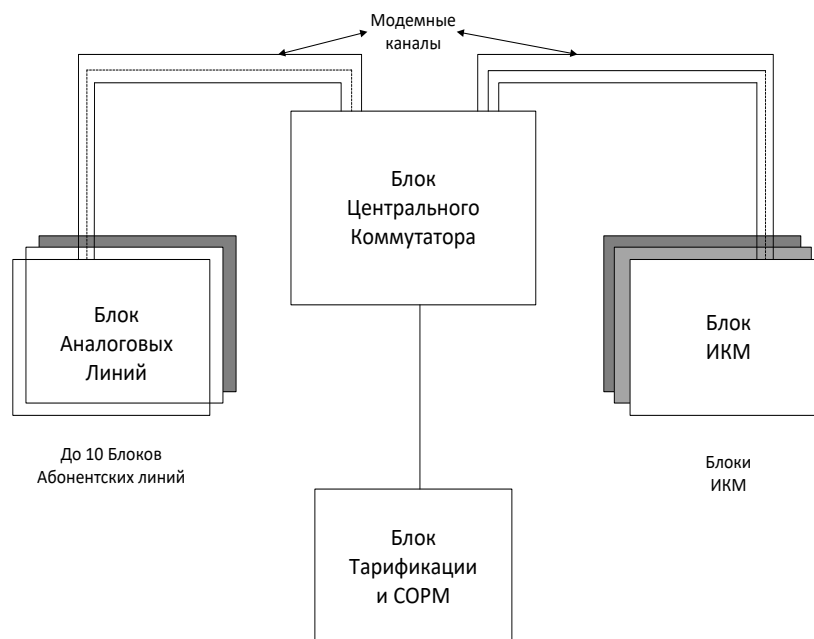


Рисунок 3.3- Пример построения АТС с собственной номерной ёмкостью до 5000 абонентов

3.3 Способы построения цифрового коммутационного поля

В основу построения цифрового коммутационного поля заложена ступень временной коммутации (СВК), обозначаемая буквой Т (Time- время). Кроме СВК, цифровое КП может включать в себя ступень пространственной коммутации (СПК), для которой принято обозначение S (Space- пространство). Структура цифрового КП зависит от требуемой емкости АТС. В учрежденческих АТС чаще используется структура типа Т или Т-S-T, в станциях большой емкости – типа Т-S-S-T, Т-S-S-S-T. Возможны другие структуры, из которых следует выделить кольцевую структуру.

Структура типа Т представляет собой одну ступень временной коммутации, включающей такие обязательные узлы, как речевое запоминающее устройство (РЗУ) и управляющую память (УП). В РЗУ хранится закодированная речевая информация, а у УП – информация о соединениях между канальными интервалами трактов приема.

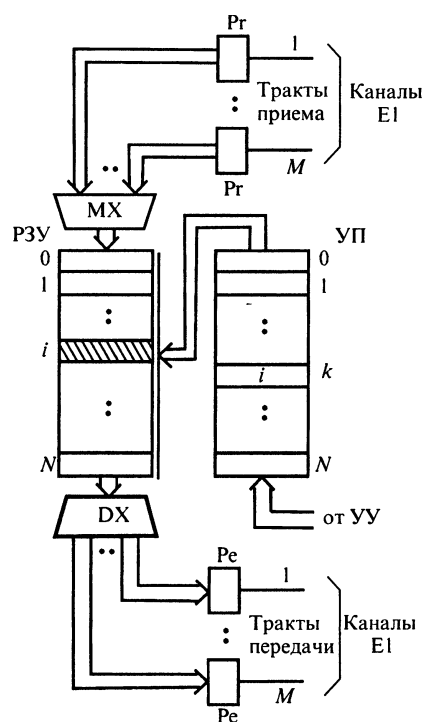


Рисунок 3. 4 - Функциональная схема цифрового КП типа Т

На рисунке представлена функциональная схема цифрового КП (ЦКП), обеспечивающего соединения между канальными интервалами M цифровых первичных трактов приема. Коммутационное поле включает в себя: РЗУ, имеющие N ячеек памяти; УП с таким же количеством ячеек памяти; мультиплексор (MX), имеющий M входов и один выход; демультиплексор (DX), имеющий один вход и M выходов; регистры приема (Pr) и передачи (Pe) сигналов. Количество ячеек речевого ЗУ соответствует общему количеству канальных интервалов M цифровых трактов:

$$N = M \times 31$$

Счет ячеек идет от нуля. Емкость ячейки РЗУ соответствует длине содержимого КИ, равно одному байту.

Управляющая память получает от управляющего устройства станции и хранит данные о соединениях между канальными интервалами цифровых трактов приема и передачи. Управляющие устройство формирует такие данные в соответствии с заявками абонентов на установление соединений через АТСЦ. Управляющая память

управляет чтением информации из РЗУ. Мультиплексор МХ объединяет цифровые входящие потоки от регистров Рг и передает объединенный поток на вход записи РЗУ объединенный поток и разделяет его на М исходящих потоков, передаваемых на регистры Ре.МХ и DX производят операции с однобайтными словами в параллельном коде.

Регистры Рг производят преобразование сигналов, поступающих по цифровым трактам, из последовательного кода в параллельный. В каждый регистр записывается один байт данных.

Рассмотрим работу ЦКП во времени. Общий цифровой поток на выходе МХ содержит N канальных интервалов (КИ0...КИN). Длительность одного канального интервала в общем потоке в М раз меньше, чем канального интервала одного цифрового тракта. По окончании каждого КИ. Его содержимое на выходе МХ записывается в ячейку РЗУ, причем номер КИ совпадает с номером ячейки памяти. В начале каждого КИ из УП считывается адрес ячейки РЗУ, в соответствии с которым содержимое выбранной ячейки читается из РЗУ и поступает на вход DX. При этом в каждой ячейке УП записан адрес ячейки РЗУ, которой читается информация. В УП адреса ячеек РЗУ совпадают с номерами канальных интервалов в общем потоке на выходе РЗУ.

Из рисунка видно, что в процессе временной коммутации появляется задержка информации, что связано с несовпадением во времени соединяемых канальных интервалов, а также из-за необходимости преобразования сигналов в регистрах Рг и Ре. Нетрудно заметить, что минимальная длительность задержки равна длительности одного КИ (соединение между канальными интервалами с одинаковыми номерами; например, КИ0...КИ0), а максимальная - длительности цикла первичного потока- 125мкс (соединение между КИ, у которых номер КИ на выходе МХ на единицу больше КИ на входе DX; например, КИ2...КИ1)

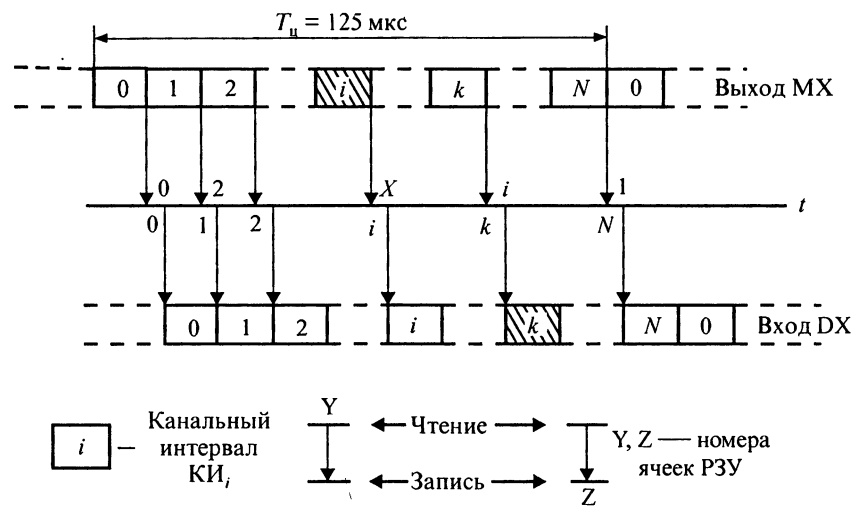


Рисунок 3.5 - Схема соединения через ЦКП

Структура типа Т-S-T представляет собой две ступени временной и одну – пространственной коммутации. На каждой ступени временной коммутации находится множество РЗУ, причем в одну ступень включаются тракты приема, а во вторую – тракты передачи цифровых потоков. Ступень пространственной коммутации служит для перераспределения информации, записываемой в ячейки РЗУ трактов приема, между ячейками РЗУ трактов передачи.

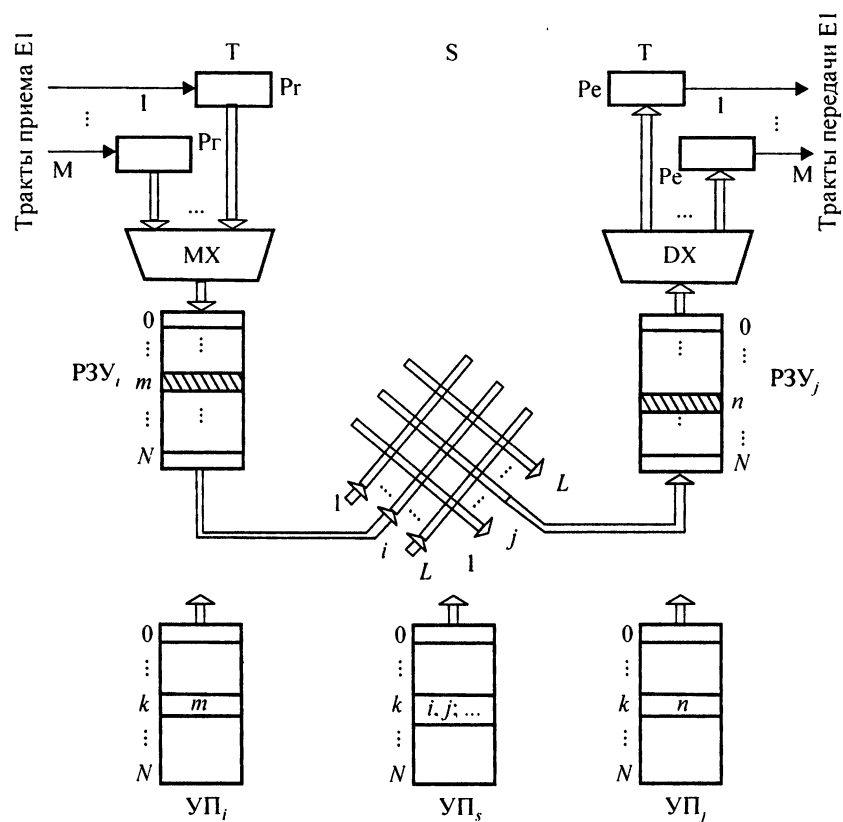


Рисунок 3.6 - Функциональная схема ЦКП со структурой Т-S-Т

На рисунке приведена функциональная схема ЦКП со структурой Т-S-Т для случая. Когда в одно РЗУ включается М цифровых первичных трактов, а число РЗУ на ступени Т равно L. Ступень S представляет собой координатную матрицу с одинаковым числом входов и выходов, равным L.

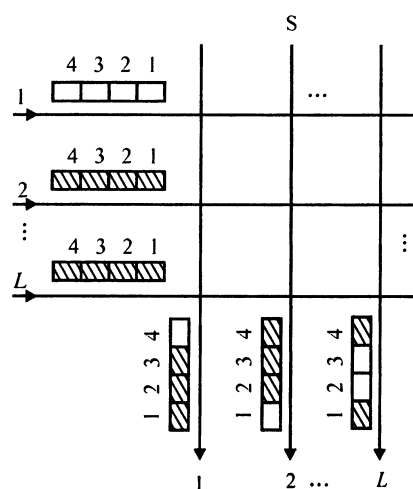


Рисунок 3.7 - Принцип пространственной коммутации

На рисунке показана схема, иллюстрирующая принцип пространственной коммутации. На схеме приведен пример, когда через каждый вход и выход матрицы передается поток из четырехканальных интервалов с номерами 1..4. в каждой точке пересечения координат находится восьмипроводный электронный ключ. В течение длительности одного КИ через каждый ключ передается один байт информации. По окончании времени, равного четырем КИ, на выходах образуются потоки с перераспределенными по сравнению со входами канальными интервалами. В течение одного КИ в матрице одновременно могут быть открыты от 1 до L ключей.

Каждая ступень коммутации имеет управляющую память. На ступени E каждому РЗУ соответствует свой блок УП. На первой ступени E управляющая память осуществляет чтение данных из $PЗУ_i$, а на второй- запись данных в $PЗУ_j$. На ступени S память $УП_s$ управляет открытием электронных ключей матрицы. В процессе работы ЦКП в $PЗУ_i$ первой ступени Т записывается содержимое канальных интервалов М входящих первичных трактов, а из $PЗУ_j$ второй ступени Т считывается содержимое ячеек, которое передается канальным интервалам М исходящих первичных трактов.

В результате под действием УП речевая информация из ячеек речевых ЗУ первой ступени Т переписывается через ступень S в речевые ЗУ второй ступени Т. При этом могут быть соединены любые два КИ входящего и исходящего цифровых потоков.

Кольцевая структура. Такое коммутационное поле строится из множества элементов. Внутри каждого элемента образовано транспортное кольцо.

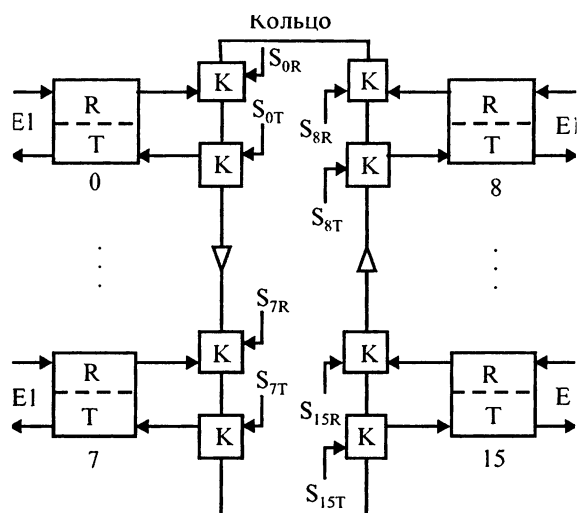


Рисунок 3.8 - Кольцевая структура

На рисунке показана схема коммутационного элемента с кольцевой структурой, на основе которого строятся коммутационные поля цифровых АТС. В состав коммутационного элемента входят 16 портов, в каждый из которых включается один канна Е1. Порт имеет два узла: приема – R и передачи – T. Все порты включаются в общее кольцо, внутри которого циркулирует цифровой поток. Включение происходит отдельно по трактам передачи и приема в соответствующий ключ (K). Ключи трактов передачи обеспечивают введение цифровых потоков портов в поток кольца, а ключи трактов приема – выделение из потока кольца потоков приема портов. Ключи открываются в течение действия управляющих сигналов S_{iR} и S_{iT} , где i – номер порта.

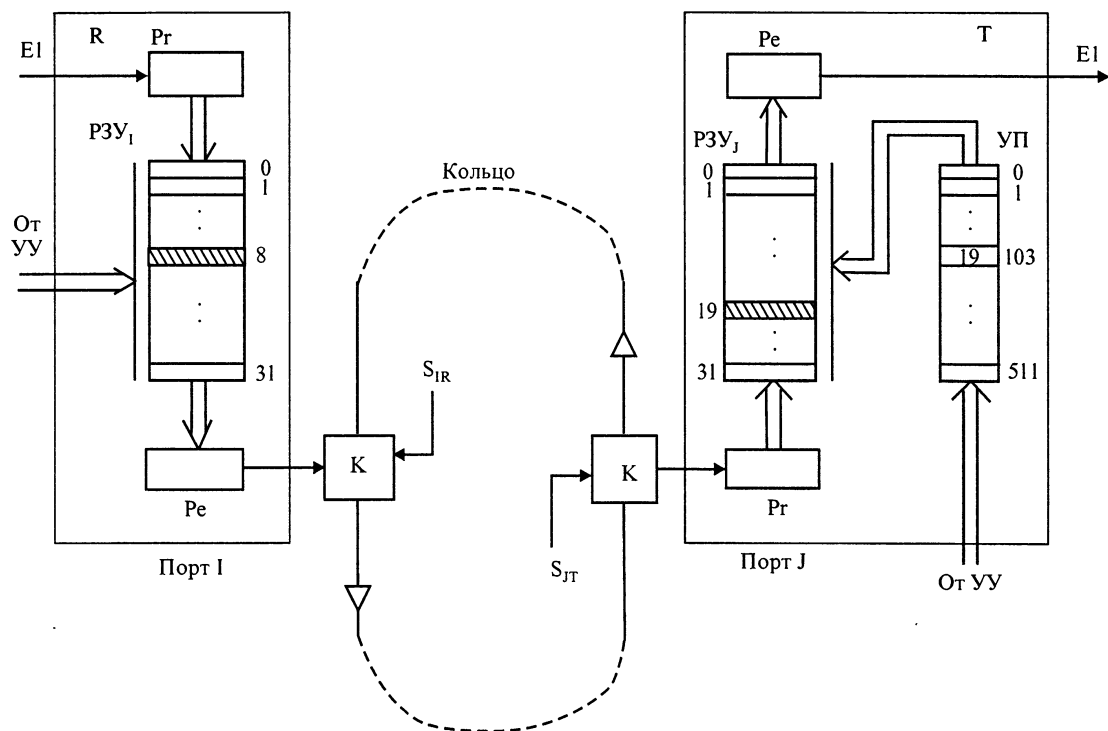


Рисунок 3.9 - Функциональная схема части коммутационного элемента

На рисунке показана функциональная схема части коммутационного элемента с портами I и J и с двумя ключами кольца. Для порта I показан только узел R, а для порта J- только узел T. В узлы R и T входят по одному РЗУ, по одному регистру приема (Pr) и передачи (Pe).

Процесс коммутации поясняется временной диаграммой, приведенной на рисунке.

Рисунок 6.9

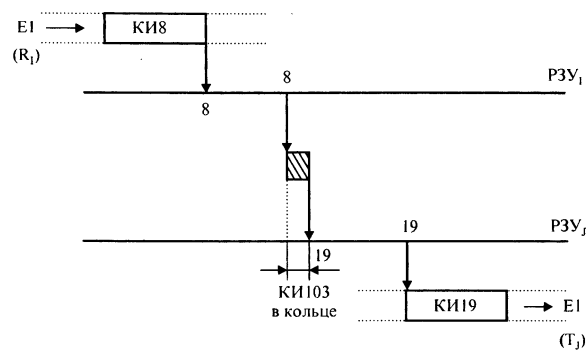


Рисунок 3.10 - Временная диаграмма

3.4 Построение управляющих устройств АТСЦ.

Во всех современных цифровых коммутационных станциях применяется программное управление. При этом управляющие устройства представляют собой электронные управляющие машины (ЭУМ). Эти машины имеют структуру, подобную структуре вычислительных машин общего назначения, в частности, персональных компьютеров. ЭУМ работает с данными, представляющими собой двоичные коды, которым соответствует дискретные электрические сигналы, передаваемые между управляющим устройством и другими узлами АТС.

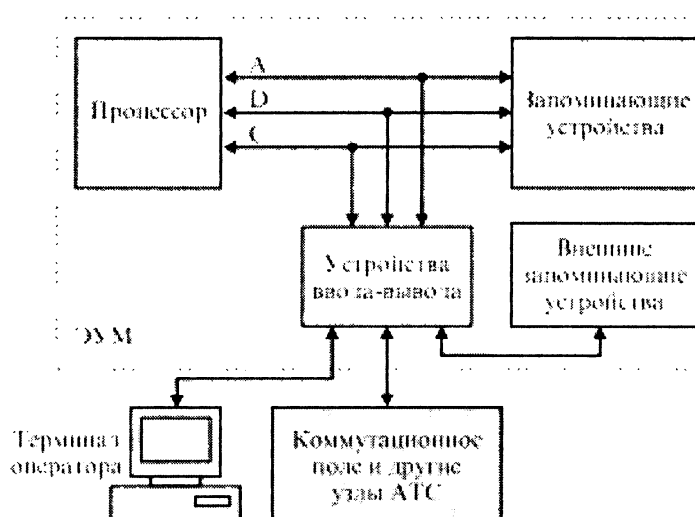


Рисунок 3. 11 - Структура ЭУМ

Основными узлами ЭУМ являются процессор, запоминающее устройство и устройства ввода-вывода.

Процессор выполняет арифметические и логические операции в соответствии с программой, записанной в запоминающих устройствах, а также координирует работу остальных узлов ЭУМ. В составе процессора имеются три обязательных элемента: арифметико-логическое устройство, блок регистров для временного хранения данных, участвующих в операциях, и устройство управления процессом выполнения команд программы. Важной характеристикой процессора является его разрядность равная числу двоичных разрядов (бит) каждом слове данных,

обрабатываемых арифметико-логическим устройством. В управляющих устройствах цифровых АТС применяются 8-,16-,32-разрядные процессоры.

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначены для хранения программ и данных. Процессор и запоминающие устройства синхронизируются от одного тактового генератора, что обеспечивает их устойчивое взаимодействие посредством системных шин

Процессор обменивается данными с объектами управления посредством устройств ввода-вывода (УВВ). УВВ представляет собой набор интерфейсов для подключения к шинам А, D и С электронной управляющей машины линий управления коммутационным полем и линейными комплектами АТС, а также для стыковки с внешними запоминающими устройствами и терминалом оператора станции

Долговременное хранение программ обеспечивают внешние запоминающие устройства (ВЗУ). При начальном запуске программное обеспечение пересылается на ВЗУ через устройство ввода-вывода в ОЗУ

Работа управляющих устройств в реальном масштабе времени. Термин «работа в реальном масштабе времени» означает, что управляющие машины коммутационных узлов должны выполнять обработку поступающей информации в рамках заданных временных ограничений.

Работа в реальном масштабе времени обеспечивается в первую очередь своевременной доставкой информации от объектов своевременной информации от объектов управления в ЭУМ. Для этого существуют три способа взаимодействия электронной управляющей машины с внешними устройствами: сканирование, прерывание и прямой доступ к памяти.

Сканированием, называемое также программным опросом, заключается в том, что обращение к УВВ для обнаружения входных сигналов процессор выполняет в те моменты когда это предусмотрено программным обеспечением. Сканирование проводится периодически.

При взаимодействии по прерыванию момент обмена информацией определяется объектом управления. При изменении состояния объекта в процессор

передается сигнал прерывания. По этому сигналу процессор прерывает выполнение текущей программы и переходит к приему информации от УВВ. По окончании приема данных возобновляется выполнение прерванной программы.

При прямом доступе к памяти по запросу УВВ процессор приостанавливает выполнение программы и отключается от шин адреса, данных и управления.

После этого происходит передача данных в ЗУ, минуя процессор. Управляет передачей данных интерфейс в составе УВВ.

Управляющие устройства АТС получают информацию о действиях абонентов и сигналах, поступающих по соединительным линиям, в результате сканирования. По сигналу прерываний запускаются системные программы, выполняющие обращение к линейным комплектам через УВВ. Коммутационное не сканируется, так как его состояние целиком определяется работой управляющих устройств и отображается в запоминающих устройствах.

Способ доступа к памяти обеспечивает быструю пересылку больших объемов данных. Он применяется при загрузке программного обеспечения их внешних ЗУ в ОЗУ электронных управляющих машин при начальном запуске станции или после возникновения аварии системы электропитания.

3.5 Элементная база цифровых коммутационных станций

Основной элементной базы современных электронных устройств являются полупроводниковые интегральные схемы. Эта общая характеристика относится также и к оборудованию цифровых телефонных станций. Сложность алгоритмов работы узлов АТС и разнообразие интерфейсов обусловили широкое использование микросхем большой степени интеграции, содержащих от нескольких тысяч до нескольких миллионов транзисторов.

Как и в других видах аппаратуры связи, в телефонных станциях применяются специализированные микросхемы, выполняющие функции, присущие телекоммуникационному оборудованию. Разработкой и производством таких элементов занимаются многие фирмы в различных странах: Motorola, Mitel,

Agere (США), Infineon (Германия), Samsung (Южная Корея), NEC (Япония) и многие другие. Несмотря на относительность высокую стоимость специализированных микросхем, их использование оправданно. Каждая из микросхем эквивалентна множеству дискретных компонентов, которые занимали бы существенно больше мест на печатных платах, что привело бы к увеличению объема работ по изготовлению устройств связи и их стоимости.

Наряду со специализированными, в технике АТС применяются также универсальные микросхемы. Примеров таких элементов являются микропроцессоры и микросхемы запоминающих устройств. В центральных и периферийных управляющих устройствах устанавливаются микропроцессоры, разработанные для средств вычислительной техники. Это преимущественно продукция фирм Intel и Motorola. ПУУ могут также быть построены на однокристальных микроконтроллерах, предназначенных для применения в любых управляющих системах.

В цифровых АТС применяются аналоговые, цифровые микросхемы и микросхемы, работающие со смешанными – аналоговыми и цифровые сигналами. Современные цифровые микросхемы выпускаются по полупроводниковой КМОП – технологии, благодаря чему в процессе работы рассеивают небольшую мощность. Если в недавнем прошлом все цифровые устройства получили питание от источника с напряжением 5 В, то в настоящее время для дальнейшего снижения потребляемой мощности происходит переход к выпуску микросхем с напряжением питания 3 В.

Конструктивной основой большинства АТС средней и большой емкости является набор кассет стандартного размера (чаще всего 19-ти дюймовых), устанавливаемых в стивы. В кассеты вставляются печатные платы с разъемными соединителями. Соединение ответных частей разъемных соединителей, установленных в кассете, выполняется также с использованием печатного монтажа или навесным монтажом методом накрутки.

Для обеспечения высокой плотности размещения элементов применяются многослойные печатные платы (обычно 4...6 слоев). Элементы устанавливаются

на платы методом поверхностного монтажа (Surface Mount), при котором выводы элементов не проходят через отверстия в плате, а припаиваются сверху к токоведущим дорожкам. Эта технология позволяет максимально автоматизировать процесс сборки изделий.

3.6 Программное обеспечение, базы данных цифровых коммутационных станций



Рисунок 3.12 - Структура программного обеспечения

Инструментальное программное обеспечение содержит средства разработки, позволяющие написать программы на языке высокого уровня, перевести на машинный язык

Прикладное программное обеспечение разделяется на основные и вспомогательные. Основное ПО содержит программы и данные, предназначенные для обеспечения функционирования ЭУМ в процессе управления работой всего оборудования телефонной станции. Вспомогательное ПО используется при разработке основного ПО и подготовке к сдаче АТС в эксплуатацию.

Коммутационные программы обслуживают все процессы установления соединения на станции. Административные программы служат для удовлетворения запросов абонентов и администрации сети связи. Программы технического обслуживания обеспечивают периодический контроль работоспособности узлов АТС и диагностику неисправностей.

Вспомогательное прикладное программное обеспечение. В задачу системы автоматизации откладки входит, прежде всего, верификация, под которой понимают обнаружение и устранение допущенных при разработке ПО ошибок. Система испытательных программ предназначена для проверки правильности функционирования оборудования и самого прикладного ПО. Система генерации основного ПО обеспечивает автоматизацию подготовки программ для каждой конкретной станции.

Системное программное обеспечение включает в себя программы, образующие операционную систему (ОС) управляющих устройств. Основной задачей ОС является координация совместной работы программ прикладного ПО, оборудования ЭУМ и обслуживающего персонала с целью обеспечения эффективного функционирования и эксплуатации АТС. Основные функции ОС выполняют следующие подсистемы:

- подсистема управляющих программ, осуществляющих управление очередностью запуска во времени коммутационных программ;

- подсистема ввода-вывода, организующая обмен информации посредством УВВ;

- подсистема связи «человек-машина», обеспечивающая взаимодействие оператора с устройствами;

- подсистема запуска АТС, осуществляющая приведение содержимого запоминающих устройств ЭУМ и оборудования АТС в исходное состояние;

Организация запуска программ использует принцип приоритетности. Все программы, в зависимости от требуемой срочности их выполнения разделяются на несколько групп, каждой из которых назначается определенный приоритетный

уровень. Очередность запуска программ, относящихся к одному приоритетному уровню, определяется характером потока заявок на их выполнение.

Количество различных приоритетных уровней определяется составом воспринимаемых ЭУМ сигналов прерывания, принципами обработки этих сигналов и используемых алгоритмами. Как правило, выделяются следующие приоритетные уровни:

- приоритетный уровень для программ аварийно технического обслуживания, обеспечивающих восстановление работоспособности оборудования;
- приоритетный уровень для программ обслуживания ввода-вывода;
- приоритетный уровень для периодически выполняемых программ, требующих строгого соблюдения заданной периодичности запуска;
- приоритетный уровень для программ, задержка запуска и прерывание выполнения которых не нарушит нормального функционирования АТС.

Все время работы ЭУМ разделено на интервалы, границы которых определены сигналами прерывания, поступающими от системного таймера. В каждом интервале выполнение программ производится в порядке убывания приоритетов. Сначала запускаются программы ввода-вывода (ВВ), затем периодически выполняемые программы (П), и остальные программы, не требующие исполнения в жесткие сроки.

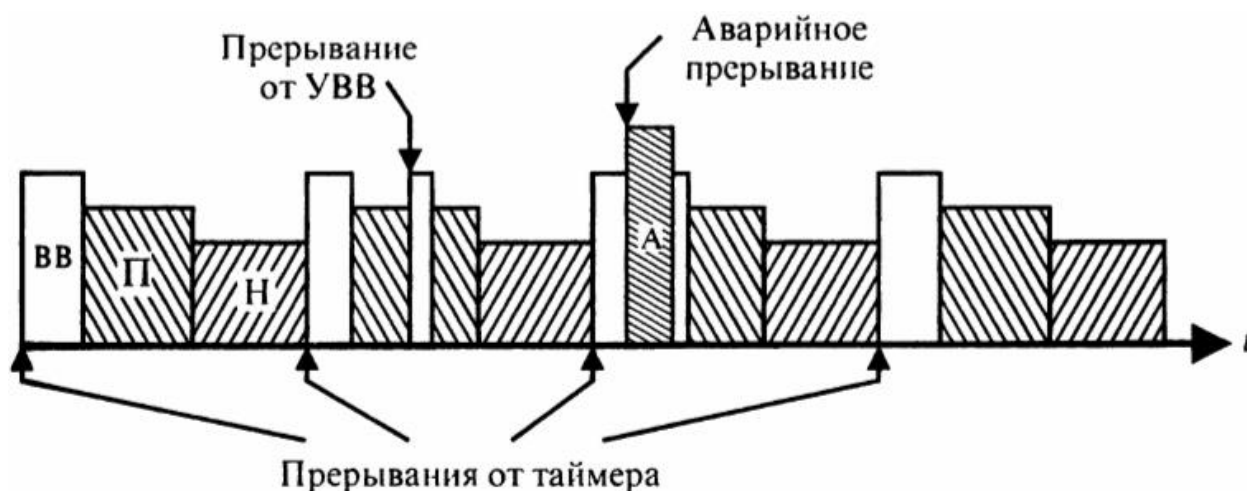


Рисунок 3.13 - Работа ЭУМ в реальном масштабе времени

Данные, которыми оперируют управляющие устройства, разделены на три категории.

Рабочие (оперативные) данные отображают текущее состояние АТС.

Станционные (полупостоянные) данные определяют конфигурацию конкретной телефонной станции.

Постоянные данные представляют собой набор констант, используемых программным обеспечением.

Основные виды станционных данных.

Данные, относящиеся к абонентским линиям, должны содержать следующие сведения:

- линейный номер-номер абонентского комплекта, в который включена абонентская линия;

- списочный номер-номер, который должны набирать другие абоненты для установления соединения с данной абонентской линией;

- тип абонентской линии (аналоговой или цифровой)

- тип номеронабирателя телефонного аппарата, декадный или частотный;

- тип интерфейса цифровой абонентской линии;

- протокол канала D цифровой абонентской линии;

- перечень видов и направлений связи, доступных абоненту.

Для соединительных линий в станционных данных указывается:

- вид пучка: входящий, исходящий или двусторонний;

- тип интерфейса;

- номера линейных комплектов;

- индекс направления связи;

- номера линейных комплектов;

- способ сигнализации;

- параметры системы сигнализации.

4 Основы построения сети общетехнологической телефонной связи (ОбТС) ОАО «РЖД»

4.1 Структура сети ОбТС

Топологическая структура сети связи характеризует местоположение пунктов и их взаимную связь посредством ветвей – пучков линий. По структуре сети можно судить о ее возможности обеспечивать доставку информации различным пользователям связи. Если в сети два любых пункта (узлы) соединены хотя бы одним путем, состоящим из одной или нескольких ветвей, то такая сеть называется связной. При этом число ветвей в каком – либо пути между двумя узлами называется рангом пути. Под рангом узла понимается число ветвей, исходящих из данного узла или входящих в него. Всякая сеть характеризуется связностью s . Под связностью понимается число независимых путей между любыми узлами сети i и j . Независимыми являются такие пути, в состав которых не входят одни и те же ветви. Если имеется возможность передать информацию из некоторого узла i сети к узлу j по нескольким альтернативным путям, то каждый из этих путей обычно называют маршрутом, а сам процесс установления конкретного маршрута – маршрутизацией. Ветви сети могут быть ориентированными (направленными) и неориентированными (ненаправленными). Соответствующие этим ветвям пучки каналов являются односторонними и двусторонними в зависимости от того, возможна ли передача информации по каналам в одном или обоих направлениях связи.

Топологические структуры телефонной сети разнообразны. Однако можно выделить ряд типовых структур, присущих большинству сетей, и в частности, сетям телефонной связи железнодорожного транспорта.

Полносвязная структура сети (рисунок 4.1, а) – такая структура, когда все узлы связаны между собой по принципу «каждый с каждым». Она характеризуется максимальным числом ветвей $N(N-1)/2$, (где N – число узлов сети) и большей связностью: $s=N-1$. Организация такой структуры требует значительных материальных затрат из-за использования на сети большего числа пучков каналов.

Однако сеть приобретает высокую надежность, так как повреждение одной или даже нескольких ветвей не вызывает перерывов в связи между узлами сети.

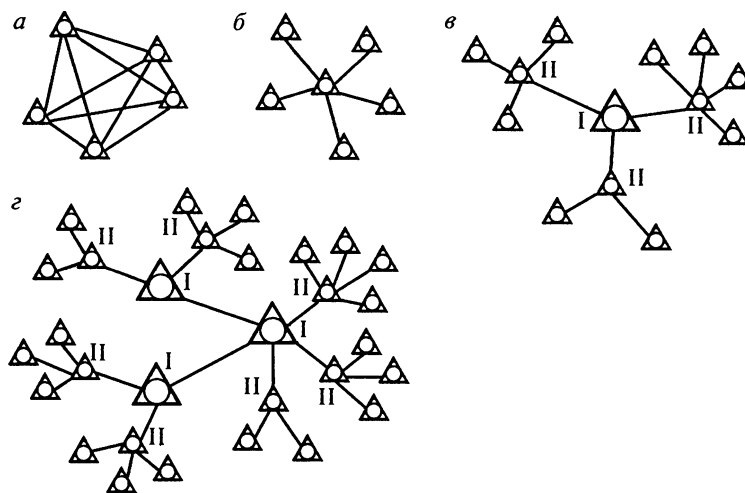


Рисунок 4.1 - Типовые топологические структурные схемы сетей связи

Радиальная, или звездообразная структура сети (рисунок 4.1, б) является односвязной ($s=1$) с минимальным числом ветвей $N-1$. Все соединения между конечными узлами осуществляется между конечными узлами осуществляются через центральный узел. Достоинством радиальной структуры является то, что при ее применении на сети требуется значительно меньшее число каналов, чем при полносвязной структуре. Существенным недостатком структуры является ее низкая надежность, так как выход из строя одной ветви сети вызывает нарушение связи в соответствующем конечным узлом. При повреждении центрального узла сеть перестает

функционировать. Радиальную структуру сети целесообразно использовать на небольшой территории, когда длина ветвей невелика. С ростом длины ветвей увеличивается стоимость сети.

Радиально – узловая структура сети (рисунок 4.1, в) объединяет в себе несколько радиальных. Ее достоинства и недостатки, а также параметры (число ветвей и связность) соответствуют радиальной структуре. По сравнению с

радиальной радиально – узловая структура экономически более выгодна при организации ее на большей территории. Сеть, построенная с применением такой структуры, имеет иерархические уровни. На рис 4 (в) показан пример, когда на верхнем уровне иерархии расположен узел коммутации большей значимости – класса 1, на нижнем – подчиненные ему узлы класса 2. Выход из строя одного из узлов уровня 2 частично нарушает действие сети.

Сеть построенная с применением комбинированной структуры, также имеет узлы нескольких уровней иерархии (рисунок 4.1, г). В рассматриваемом примере комбинированной структуры сети узлы класса 1 образуют полносвязную сеть, а каждый узел класса 1 совместно с двумя узлами класса 2 и соответствующими оконечными узлами – радиально – узловую структуру. Внутри каждой радиально – узловой структуры можно выделить две – три радиальные структуры. Число ветвей в сети с комбинированной структурой больше $N - 1$, но меньше $N(N-1)/2$. Связность также может быть различной . Например на рис4(г) в случае установления соединений между узлами класса 1 связность $s=2$, для остальных вариантов соединений $s=1$. Комбинированная структура сети обладает большей надежностью, чем радиально – узловая, но значительно меньшей, чем полносвязная. На сетях железнодорожного транспорта полносвязная структура часто используется для организации сетей местной связи при наличии нескольких АТС. На междугородной сети, как правило, используются комбинированная и радиально – узловая структуры.

4.2 Особенности построения сети ОБТС железнодорожного транспорта на основе цифровых коммутационных станций

Сети общетехнологической телефонной связи (ОБТС) предназначены для предоставления услуг по передаче речевой информации между работниками различных подразделений железнодорожного транспорта в пределах всей сети железных дорог Российской Федерации. Кроме того, пользователям сетей ОБТС дается возможность получения услуг факсимильной связи и передачи данных. На

цифровой сети ОБТС абоненты могут пользоваться видеосвязью, а также дополнительными услугами и видами связи.

Сети ОТС предназначены для оперативных соединений между работниками железной дороги, участвующих в одном технологическом процессе. Это, прежде всего, связь между диспетчером и подчиненными ему исполнителями.

В основе построения сетей ОБТС заложены системы распределения информации, функции которых выполняют коммутационные станции. Среди коммутационных станций наибольшее применение нашли автоматические телефонные станции (АТС), работающие в режиме коммутации каналов. В последнее время появляются системы с коммутацией пакетов.

Особенности организации технологических процессов на железных дорогах привели к тому, что небольшая доля информации распределяется вручную. Для этого используются либо ручные междугородные коммутаторы, либо специализированные пульта операторов связи, построенные на персональных компьютерах, включенные в цифровые АТС.

Сеть ОБТС представляет собой совокупность коммутационных станций, соединительных линий, устройств абонентского доступа и абонентских устройств. Абонентские устройства устанавливаются непосредственно в помещениях у абонентов, а в случае мобильной связи — находятся у абонентов или размещаются на подвижных объектах. Чаще всего абонентские устройства представляют собой телефонные аппараты, реже — факсимильные аппараты, а также компьютеры. Иногда на правах абонентских устройств включают малую учрежденческую АТС (офисная АТС). Коммутационные станции, как правило, устанавливаются в специально отведенных для них помещениях. Соединительные линии служат для связи между коммутационными станциями. Абонентский доступ представляет собой совокупность устройств, обеспечивающих подключение абонентского устройства к коммутационной станции. Одним из важных устройств абонентского доступа является абонентская линия, непосредственно соединяющая абонентское устройство с коммутационной станцией.

Сети ОБТС организуются на магистральном, дорожном и местном уровнях. На местном уровне телефонная связь обеспечивается в пределах одной железнодорожной станции или железнодорожного узла. Дорожный уровень охватывает технические средства, предназначенные для предоставления услуг в пределах одной железной дороги. На магистральном уровне услуги предоставляются между абонентами разных железных дорог, а также между абонентами железных дорог и руководством ОАО «РЖД». На местном уровне образуется сеть местной связи. Сети ОБТС дорожного и магистрального уровней представляют собой сети междугородной связи.

До конца 90-х гг. прошлого столетия сеть ОБТС была полностью аналоговой. На такой сети используются электромеханические (декадно-шаговые, координатные, релейные), квазиэлектронные АТС, а также небольшое количество аналоговых электронных АТС. С конца 1990-х гг. начался переход к цифровой сети ОБТС, которая характеризуется применением цифровых коммутационных станций, связанных между собой цифровыми соединительными линиями и позволяющих организовать цифровой абонентский доступ на основе стандарта ISDN. Цифровые соединительные линии образуются с помощью цифровых систем передачи, работающих по волоконно-оптическим или электрическим кабелям.

Сеть ОБТС характеризуется следующими показателями:

- общая монтируемая емкость сети всех железных дорог, включая руководство ОАО «РЖД», которая составляет около одного миллиона абонентов;
- задействованная емкость (фактическое число абонентов), которая составляет около 700 тысяч абонентов;
- средняя емкость сети одной железной дороги — 50—80 тыс. абонентов (наибольшая емкость у Московской ж.д. — около 150 тыс. абонентов, а наименьшая у Сахалинской жл — примерно 6 тыс. абонентов).

На сети ОБТС всего работает примерно 2800 телефонных станций, из которых около 40 % цифровые АТС, а остальные — аналоговые станции.

Среди аналоговых АТС больше всего координатных и релейных АТС, относительно мало квазиэлектронных станций, а также небольшая доля приходится

на декадно-шаговые АТС. Полная цифровизация сети ОБТС прошла на магистральном уровне: во всех крупных железнодорожных узлах, в которых находятся Управления железных дорог, и в ОАО «РЖД» в Москве применяются только цифровые АТС.

Для сети ОБТС характерны следующие особенности.

Во-первых, на сети преимущественно используются АТС малой емкости: доля станций малой емкости (до 200 номеров) составляет 75 %.

Во-вторых, емкость телефонных станций изменяется в широких пределах: начиная от нескольких десятков и до 4000—6000 номеров. Наибольшая емкость станций приходится на железнодорожные узлы, где находятся Управления железных дорог. Самая крупная АТС обслуживает руководство ОАО «РЖД» — это Центральная станция связи (ЦСС), которая имеет емкость около 15 000 номеров.

В-третьих, в подавляющем большинстве случаев на сети ОБТС применяются учрежденческо-производственные АТС (УПАТС), позволяющие экономично строить телефонные станции емкостью до 10 000 номеров.

Особенностями аналоговой сети ОБТС являются:

- применение специализированной одночастотной сигнализации на дорожном и магистральном уровнях (сигнализация на каналах ДАТС);
- наличие большого числа мелких пучков соединительных линий, организованных по каналам ТЧ для связи с АТС малой емкости (в среднем — 2—3 соединительных линий в пучке).

Такие пучки резко снижают пропускную способность сети ОБТС. Недостатком аналоговой сети также является использование двухпроводных транзитных соединений, что приводит к снижению качества связи. Ограниченные функциональные возможности электромеханических АТС не позволяют создать гибкую систему нумерации.

Цифровая сеть ОБТС не имеет приведенных недостатков и характеризуется высоким качеством связи, высокой пропускной способностью на всех уровнях сети связи, использованием стандартных систем сигнализации по общему каналу, а также предоставлением абонентам множества дополнительных услуг и видов связи.

Сеть ОБТС присоединена к сети общего пользования (ОП), предназначенной для возмездного оказания услуг телефонной связи любому пользователю услугами связи на территории Российской Федерации. Сеть ОП позволяет устанавливать соединения между любой парой абонентов внутри Российской Федерации, а также предоставлять услуги международной телефонной связи. Многие абоненты сети ОБТС могут пользоваться услугами сети общего Пользования.

4.3 Состав и уровни сети ОБТС

На аналоговой и цифро-аналоговой сети ОБТС выделяют уровни иерархии: магистральный, дорожный, отделенческий и местный.

На магистральном уровне происходит объединение всех железных дорог. Сеть дорожного уровня охватывает все железнодорожные станции и узлы одной железной дороги. Отделенческий уровень ограничивает действие сети территорией отделения железной дороги. На местном уровне территория предоставления услуг ОБТС ограничена одной железнодорожной станцией или одним железнодорожным узлом.

Сеть ОБТС местного уровня получила название местная сеть ОБТС. На всех других уровнях образуется междугородная сеть ОБТС, которая характеризуется возможностью установления соединений между абонентами разных железнодорожных станций и узлов.

Аналоговая сеть ОБТС строится на базе аналоговых АТС и аналоговых соединительных линий. На местной аналоговой сети ОБТС используются стандартные для России системы коммутации и системы сигнализации. На междугородной аналоговой сети ОБТС используются как АТС, так и ручные междугородные станции (РМТС). Основой РМТС являются ручные междугородные коммутаторы, на которых операторы (телефонистки) устанавливают междугородные соединения с помощью шнуровых пар. В РМТС включаются междугородные каналы ручных и полуавтоматических соединений. Между АТС

организуются междугородные каналы автоматической связи. Междугородные каналы образуются из стандартных каналов ТЧ с использованием систем передачи.

Чтобы обеспечить взаимодействие между АТС междугородной сети ОБТС в 50-е гг. прошлого столетия была разработана специализированная для железных дорог одночастотная сигнализация. Необходимость в такой сигнализации объясняется тем, что электромеханические АТС могли обмениваться только сигналами постоянного тока, а по каналам ТЧ можно передавать сигналы переменного тока. Введение новой сигнализации привело к созданию специальной аппаратуры дальней автоматической телефонной связи (ДАТС), предназначенной только для сетей междугородной связи железнодорожного транспорта. К такой аппаратуре относятся комплекты междугородной связи (комплекты дальнего и тонального набора), позволяющие использовать каналы тональной частоты для организации соединительных линий между аналоговыми АТС. На междугородной аналоговой сети ОБТС работают узлы автоматической коммутации (УАК), представляющие собой совокупность оборудования стандартных АТС и специальной аппаратуры ДАТС.

Для цифровой сети ОБТС была принята новая идеология ее построения. Предусмотрены следующие категории сетей: магистральная, зонавая и местная. Зонавая сеть объединяет в себе множество железнодорожных станций и узлов (исключение составляет зона для ЦСС). Магистральная сеть служит для того, чтобы связать между собой группы зонавых сетей, относящиеся к разным железным дорогам. К магистральной сети также подключена зона ЦСС. При этом можно говорить о следующих услугах телефонной связи: местной, зонавой (внутризонавой) и междугородной связи. Услуга зонавой связи предусматривает соединения в пределах одной зонавой сети. Услуга междугородной связи позволяет устанавливать соединения между абонентами разных зонавых сетей.

Структура сети ОБТС Иерархическое построение системы ОТС (рисунок 1) предусматривает наличие трехуровневой структуры коммуникаций, и предполагает включение в ее состав части уже существующих и вновь строящихся систем

передачи информации. Существующая схема построения системы ОТС на базе комплекса «Объ – 128Ц»

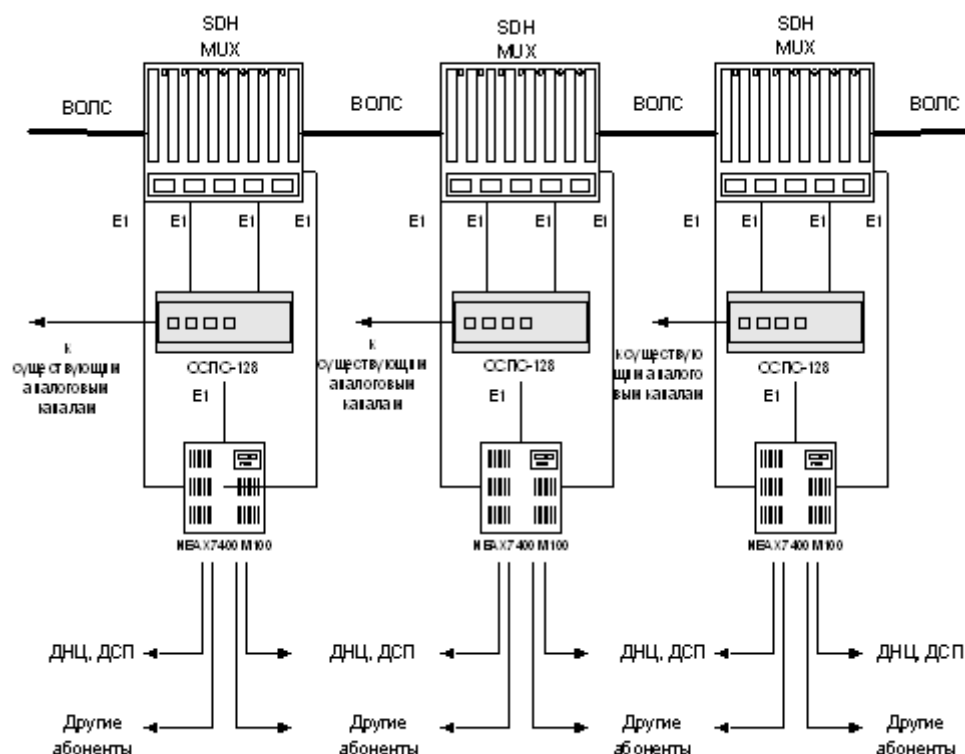


Рисунок 4.2 – Уровень 1.

Уровень 1. В качестве каналов магистральной коммутации предлагается использовать строящуюся сеть SDH. В опорных центрах устанавливаются коммутаторы SDH SMS-150С соединенные между собой магистральными волоконно-оптическими линиями связи с пропускной способностью 155 Мбит/с. Эти коммутаторы предоставляют доступ в высокоскоростную сеть по потокам 2048 кбит/с следующим уровням системы (рисунок 4.1).

Уровень 2. Главной задачей этого уровня является обеспечение создания группового канала и подключение к нему ряда абонентов различных типов. При этом обеспечивается совместимость интерфейсов с уже существующим аналоговым оборудованием. На этом уровне используются конвертеры ССПС-128 (рисунок 4.2).

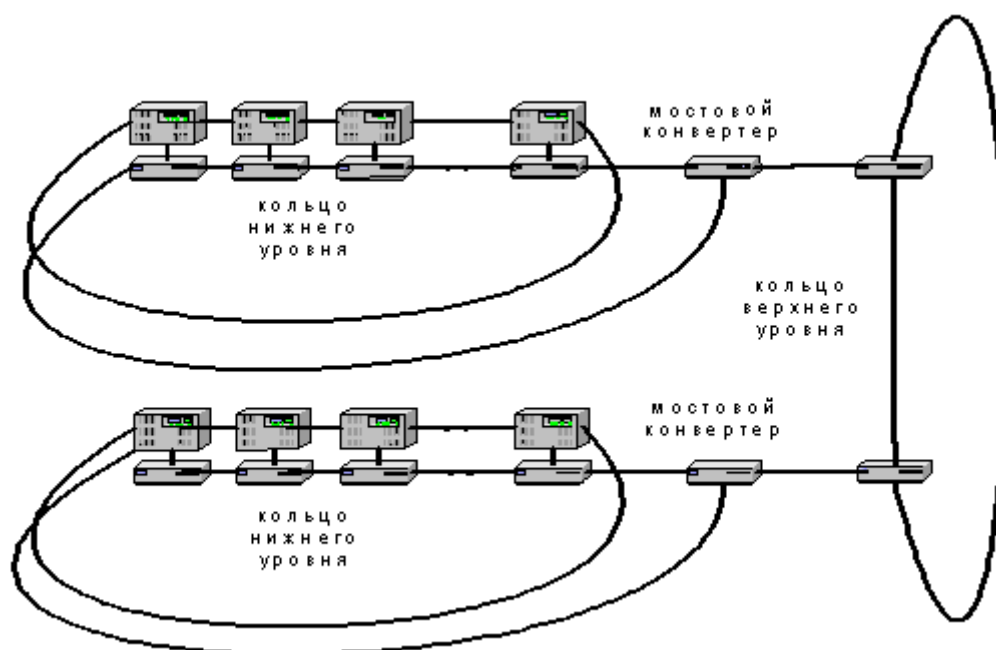


Рисунок 4.3 - Уровень 2.

Уровень 3. Является уровнем коммутационного оборудования, где используются цифровые станции NEAX 7400. В его задачу входит обеспечение функционирования пультов и других абонентов ОТС, а также их взаимодействие с уровнем 2. Кроме того, на этом же уровне организуется межстанционная связь (МЖС) и, возможно оперативно-технологическая связь дороги .

Логическая структура сети образована двумя кольцами: конвертеров ССПС-128 соединенных каналами ISDN PRI и станций NEAX 7400 соединенных каналами ОКС№7 между собой. При этом ССПС-128 и NEAX 7400 соединяются на одной станции. Отдельные кольца объединяются между собой как показано, с использованием мостового конвертера.

Мостовой конвертер выполняет следующие функции:

- поддерживает транзитный поток верхнего уровня;
- осуществляет соединение группового канала с контроллером нижнего уровня через один поток Е1, при этом с верхнего уровня на нижний может быть коммутировано 30 групповых каналов.

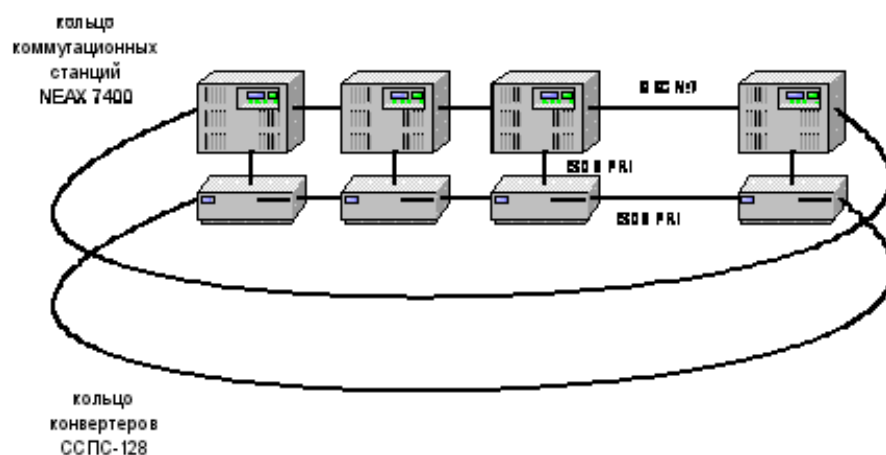


Рисунок 4.4 - Уровень 3.

Структура цифровой сети ОБТС существенно отличается от принятой на сети ОБТС радиально-узловой структуры. Дорожную ОБТС строят как единую цифровую сеть с распределенными узлами коммутации, позволяющими выровнять трафик вдоль сети и обеспечить сопряжение с верхним уровнем сети в нескольких точках, что значительно повышает надежность и живучесть сети. В подобной структуре ДУ и ОУ могут быть не отдельными УПАТС или УАК, а представлять собой разнесенные в пространстве логически увязанные станции, выполняющие функции ДУ или ОУ, т.е. в пределах дороги может присутствовать несколько ДУ, а в пределах отделения - несколько ОУ. Для обеспечения защиты трафика в цифровой сети между двумя любыми цифровыми станциями реализуется не менее двух путей соединения, и все станции сети являются узловыми и транзитными.

Уровень внутриотделенческих узлов (ВОУ) в цифровой сети не выделяется, а становится виртуальным, т.е. ВОУ рассматриваются как относительно небольшие узловые АТС нижнего уровня сети. Станции малой емкости рекомендуется цепочкой включать в ближайший внутриотделенческий узел. При включении станций малой емкости в ближайшие ВОУ, как правило, используется один поток Е1, однако внутри потока транк-группы могут прописываться с учетом конкретной емкости этих станций и тяготений нагрузки.

Поскольку ДУ формируется, как правило, в крупном отделении дороги, рекомендуется совмещать его с ОУ данного отделения и строить на базе мощных

учрежденческо-производственных АТС (УПАТС). На магистральном и дорожном уровнях должны предусматриваться поперечные связи для соединения смежных дорожных и отделенческих узлов.

Сопряжение с ГТС предусматривается на местном уровне. Сеть ОБТС отражает топологию железной дороги и имеет протяженную структуру. При этом отдельные станции малой емкости заменяются одной станцией с распределенной архитектурой, т.е. при построении сети в пределах отделения следует использовать несколько УПАТС вместо десятков ЖАТС малой емкости, т.е. станции малой и средней емкости включаются в качестве выносов в базовые станции. В свою очередь базовые станции, объединяющие выносы в единую цифровую АТС, включаются наряду с крупными оконечными станциями непосредственно в ОУ. Проектирование сети начинается с расстановки УПАТС на участках. В первую очередь определяется емкость УПАТС в соответствии с количеством абонентов на каждой железнодорожной станции и перспективой развития станций.

Следующим этапом является выбор коммутационного оборудования.

При выборе типа УПАТС следует ориентироваться на системы коммутационного оборудования, имеющие в своем составе несколько модификаций УПАТС в пределах масштабируемости от 20–30 номеров до 20 000–30 000 номеров сети. Особое внимание следует уделить технической возможности цифровых УПАТС в части объединения большого количества базовых станций (в пределах не менее отделения дороги) в единую систему с распределенным коммутационным полем и единым полем услуг. При определении типа модификации УПАТС при установке на конкретной станции следует сопоставлять требуемую и реализуемые емкости. Если емкость проектируемой станции близка к верхнему пределу модификации УПАТС и в дальнейшем проектируется развитие станции, то рекомендуется устанавливать более мощную УПАТС.

4.4 Местные сети ОБТС

На местной сети телефонной связи железнодорожного транспорта используются АТС, которые по назначению делятся на оконечные и узловые. Оконечные АТС обеспечивают абонентам внутривансионные и межвастанционные (с абонентами других АТС)соединения, имеют в среднем два-три направления внешней связи к другим АТС и УАК. Узловые АТС, кроме внутривансионных и внешних соединений, позволяют осуществлять транзитные соединения.

Схема построения местной сети. ОС1,ОС2 и УС образуют полностью связную структуру, ОС3 иОС4 соединяются пучками линий с УС, через которую проходят все транзитные соединения абонентов данных ОС с абонентами других станций местной сети

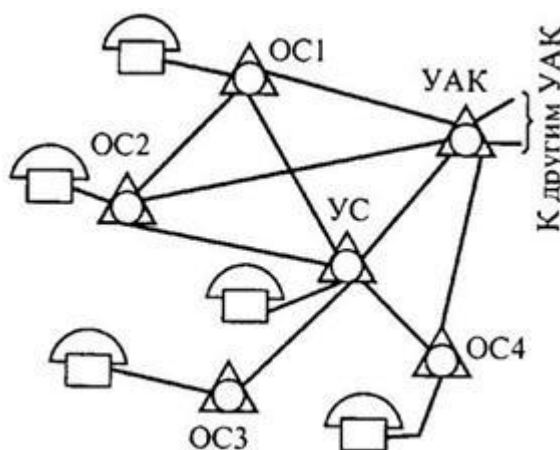


Рисунок 4.5 - Схема построения местной сети

Для выхода на сеть междугородной автоматической связи в АТС местной сети включаются пучки СЛ к УАК, который выполняет функции автоматической междугородной телефонной станции (АМТС). Абоненты ОС3, не имеющий прямых линий к УАК, при осуществлении междугородной сети связи соединяются с узлом через УС.

Местные сети ОБТС Местная телефонная сеть – часть телефонной сети общего пользования, представляющая собой совокупность коммутационных

станций и узлов, линий, оконечных абонентских устройств, предназначенная для обеспечения телефонной связью абонентов города или сельского района;

На местной сети телефонной связи железнодорожного транспорта используются АТС, которые по назначению делятся на оконечные и узловые.

Оконечные АТС обеспечивают абонентам внутристанционные и межстанционные соединения.

Узловые АТС кроме внутристанционных и внешних соединений, позволяют осуществлять транзитные соединения.

В зависимости от территориальных размеров, объема выполненных работ и численности работников железнодорожной станции на местной сети телефонной связи абонентская емкость АТС составляет от нескольких единиц до 6000 номеров.

При этом примерно 80% АТС имеют емкость до 100 номеров.

Взаимодействие между общегосударственной и железнодорожной сетями связи. Выделяют два варианта организации взаимодействия.

1 вариант: каждая АТС железнодорожной станции посредством СЛ соединяется с ближайшей районной АТС (РАТС) городской (ГТС) (рисунок 4.6, а)

2 вариант: размещают узел входящих сообщений (УВС), в который заводятся все линии входящей связи от абонентов общегосударственной сети (рисунок 4.6, б)

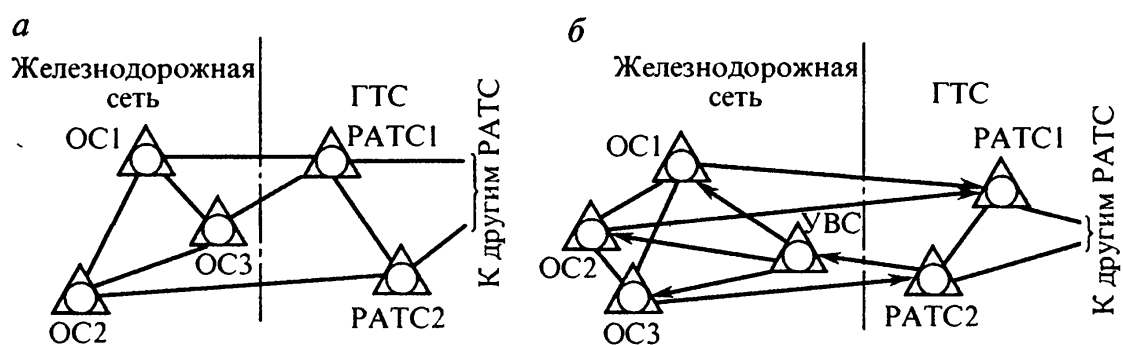


Рисунок 4.6 - Взаимодействие между общегосударственной и железнодорожной сетями связи

Исходящие соединения к абонентам общегосударственной сети осуществляются по отдельным пучкам СЛ, организуемым от каждой ОС к РАТС.

При взаимодействии железнодорожных АТС (ЖАТС) с городскими коммутационными станциями организуют три пучка СЛ-исходящей местной связи, входящей местной и входящей междугородной связи.

Общие сведения об абонентском доступе. Термином «сети абонентского доступа» называют участки сети связи между коммутационной станцией и абонентскими устройствами.

Пример организации сети абонентского доступа с применением гибких мультиплексоров MUX и цифровых трактов на участке «коммутационная станция-абонентские терминалы». MUX позволяет выделять часть каналов из общего линейного цифрового потока и объединять каналы; помимо речевых сигналов обеспечивает передачу данных с различной скоростью.

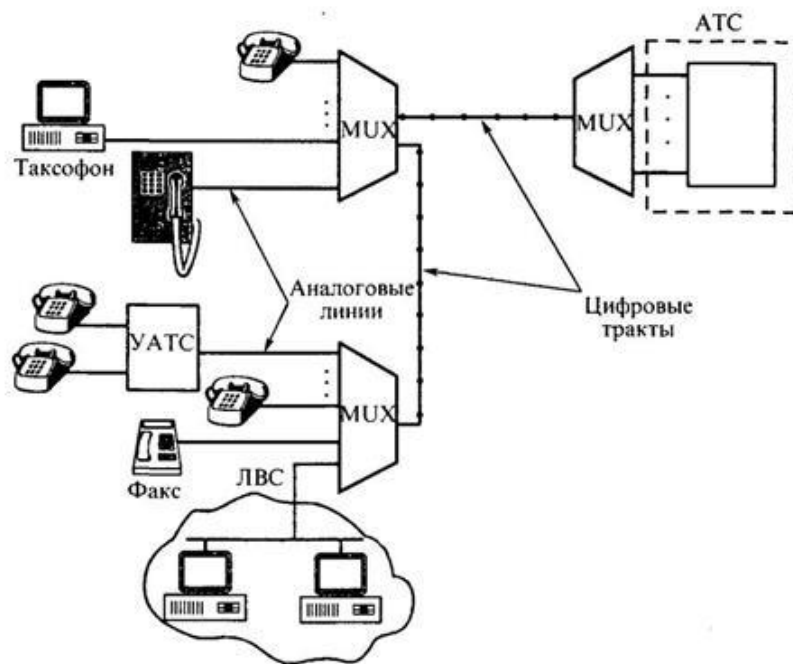


Рисунок 4.7 - Организация абонентского доступа

УАТС - учрежденческая АТС

ЛВС - локальная вычислительная сеть

4.5 Взаимодействия местной сети ОБТС с телефонными сетями связи общего пользования

Выделяют два варианта организации взаимодействия.

В первом случае каждая АТС железнодорожной станции посредством СЛ соединяется с ближайшей районной АТС городской или сельской сети связи.

Во втором варианте взаимодействия на местной сети железнодорожной станции размещают узел входящих сообщений (УВС), в которой заводятся все линии входящей связи от абонентов сети общего пользования. Взаимодействия с использованием узла входящих (УВС) сообщений осуществляется на более крупных железнодорожных узлах.

Абоненты железнодорожной сети, имеющие право выхода на сеть общего пользования, могут пользоваться и междугородной связью этой сети.

Номера абонентов, которым предоставлен доступ к городской сети связи (ГТС), входят в единую общегосударственную систему нумерации.

При взаимодействии железнодорожных АТС с городскими коммутационными станциями организуют три пучка СЛ - исходящей местной связи, входящей местной и входящей междугородной связи.

4.6 Организация абонентского доступа.

Современное развитие местных сетей электросвязи ориентировано на предоставление наиболее полного спектра услуг, начиная от стандартной телефонии до современных услуг мультимедиа. Это позволяет рассматривать элементы сетей не только с точки зрения наличия определенных линейных сооружений и различной аппаратуры, но и функционального назначения.

Сеть абонентского доступа - это совокупность технических средств между оконечными абонентскими устройствами, установленными в помещении пользователя, и тем коммутационным оборудованием, в план нумерации (или

адресации) которого входят подключаемые к телекоммуникационной системе терминалы.

Исходя из данного определения, границы сети абонентского доступа достаточно широко варьируются в зависимости от типа передаваемой информации (аналоговая телефония, услуги ЦСИС, передача данных и интернет, радиовещание, телевидение) и включают в себя различные фрагменты традиционных проводных и беспроводных сетей. В каких-то случаях это всего лишь абонентские линии, в каких-то - это абонентские линии, абонентские концентраторы и соединительные линии до опорных АТС, в каких-то - это совокупность активного оборудования xDSL и медных или оптических линий связи и т. д.

Также в качестве среды переноса информации могут использоваться фрагменты сети кабельного телевидения, аппаратура беспроводной связи.

Сети абонентского доступа, работающие на основе проводных технологий, можно условно подразделить на следующие виды:

а) аналоговые абонентские линии АТС и цифровые системы уплотнения абонентских линий, позволяющие организовать несколько телефонных линий по одной паре медного кабеля;

б) цифровая сеть с интеграцией услуг (ISDN), предполагающая организацию цифровых абонентских линий на основе интерфейсов базового (BRI) и первичного доступа (PRI). Нередко помимо терминалов ЦСИО (ISDN) в данные сети включается оборудование учреждений и учрежденческо-производственных АТС корпоративных пользователей услуг связи;

в) сеть на основе технологии ADSL (асимметричная цифровая абонентская линия), позволяющая организовывать одновременно с аналоговой телефонией асимметричный канал передачи данных. Наибольшее развитие данной технологии связано с ростом в потребности доступа к сети Internet. Сеть обеспечивает при низкой стоимости выделенный канал для доступа в Internet, работает по существующим абонентским линиям и используется, в основном, индивидуальными клиентами телефонной сети связи;

г) сеть доступа на основе технологий xDSL (кроме ADSL), обеспечивающая различные варианты (скорость, вид передаваемой информации) доступа к сетям связи. Сеть предназначена для подключения корпоративных и индивидуальных пользователей и может работать по медным и оптическим линиям связи;

д) сеть беспроводного абонентского доступа WLL (беспроводная абонентская линия), предполагающая стационарное размещение или ограниченную подвижность абонентского радиооборудования и не требующая при развертывании больших затрат на строительство кабельных сооружений. Данная сеть может строиться на базе аппаратуры, работающей по стандарту DECT.

На сегодняшний день на рынке имеется значительное количество видов оборудования отечественного и импортного производства, применяемого для организации сетей абонентского доступа.

При оборудовании сетей абонентского доступа применяются такие же виды технологии и организации работ, как при монтаже других систем связи.

Монтаж и настройка различного оборудования сетей абонентского доступа требует участия специалистов в области телефонии, передачи данных, систем передачи, радиосвязи, кабельных линий и т.д.

Производство работ по проектированию, монтажу и настройке активного и пассивного оборудования должно осуществляться в соответствии с методиками и инструкциями производителей для каждого конкретного типа оборудования.

4.7 Цифровые абонентские линии

Семейство xDSL - описание технологий xDSL является обобщенной аббревиатурой для технологий DSL (Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия). DSL представляет собой технологию соединения пользователя и телефонной станции, которая позволяет значительно расширить используемый частотный диапазон имеющихся линии телефонной кабельной сети и предоставить пользователям современный уровень услуг.

Технологии xDSL позволяют использовать значительно более широкую полосу частот по сравнению с традиционными телефонными службами, что, в свою очередь, значительно увеличивает скорость приема и передачи информации.

xDSL использует значительно более широкую полосу частот медной телефонной линии, чем существующая телефонная сеть общего пользования (ТФОП).

Используя полосу более высоких частот, чем частоты, используемые для обычной телефонной связи (300 Гц - 3400 Гц), xDSL позволяет достичь значительно более высокой скорости передачи данных, чем это возможно при использовании ограниченной полосы частот существующей ТФОП. Для использования полосы более высоких частот, чем спектр речевого сигнала, оборудование xDSL должно быть установлено на обоих концах линии, а сама физическая линия должна обеспечивать возможность передачи сигнала в необходимой полосе частот. Это означает обязательное удаление с линии таких ограничивающих полосу пропускания устройств, как пупиновские катушки, а также ограничение числа и протяженности параллельных отводов (bridged tap) от абонентской линии.

Ключевые преимущества технологий xDSL:

- использование существующей абонентской линии;
- значительное увеличение скорости передачи данных по медной паре телефонных проводов без необходимости их модернизации;
- передача по этой единственной абонентской линии всего разнообразного трафика массового пользователя - от традиционного телефонного разговора до доступа в Internet;
- передача всего трафика данных пользователя (включая и трафик Internet) в обход коммутируемых сетей ТФОП или ISDN непосредственно в транспортную сеть передачи данных;
- набор технологий DSL обеспечивает скорость передачи данных от 32 Кбит/с до 50 Мбит/с, так что пользователь может сделать выбор в зависимости от собственных потребностей;

– как средство передачи данных оборудование xDSL занимает промежуточное положение между дешевыми аналоговыми модемами и дорогими выделенными линиями T1 или E1. Высокие скорости передачи при сравнительно небольших затратах делают технологии xDSL практически идеальным средством передачи данных для представителей малого и среднего бизнеса;

– цифровые данные передаются на компьютер именно как цифровые данные, что позволяет использовать гораздо более широкую полосу частот телефонной линии;

– существует возможность одновременно использовать и аналоговую телефонную связь, и цифровую высокоскоростную передачу данных по одной и той же линии, разделяя спектры этих сигналов. Использование DSL позволяет разговаривать по телефону, не отключаясь от Internet.

Эти преимущества определили технологии xDSL в качестве самого эффективного средства широкополосного доступа к сетевым услугам.

Некоторые из распространенных технологий xDSL и их основные характеристики:

1. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line - асимметричная цифровая абонентская линия)

– вариант DSL, позволяющий передавать данные пользователю со скоростью до 8,192 Мбит/с, а от пользователя - со скоростью до 768 Кбит/с.

2. IDSL (цифровая абонентская линия ISDN)

– недорогая и испытанная технология, использующая чипы цифровой абонентской линии основного доступа BRI ISDN и обеспечивающая абонентский доступ со скоростью до 128 Кбит/с.

3. HDSL (High Speed Digital Subscriber Line - высокоскоростная цифровая абонентская линия)

– вариант xDSL с более высокой скоростью передачи, который позволяет организовать передачу со скоростью более 1,5 Мбит/с (стандарт США T1) или более 2 Мбит/с (европейский стандарт E1) в обоих направлениях обычно по двум медным парам.

- поскольку в отличие от других технологий xDSL HDSL использует две пары телефонного кабеля, а не одну, то по каждой паре передаётся половина потока данных в дуплексном режиме.

4. SDSL (Simple Digital Subscriber Line - симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия, работающая по одной паре)

- Известны две модификации этого оборудования:
- - MSDSL (многоскоростная SDSL)
- - HDSL2, имеющие встроенный механизм адаптации скорости передачи к параметрам физической линии.

5. VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия)

- самое современное xDSL решение, продукт эволюции и конвергенции технологий ADSL и G.SHDSL.

- по сравнению с ADSL, VDSL имеет значительно более высокую скорость передачи данных: от 13 до 52 Мбит/с в направлении от сети к пользователю (Downstream) и до 11 Мбит/с от пользователя к сети (Upstream) при работе в асимметричном режиме; максимальная пропускная способность линии VDSL при работе в симметричном режиме составляет примерно 26 Мбит/с в каждом направлении передачи. В зависимости от требуемой пропускной способности и типа кабеля длина линии VDSL лежит в пределах от 300 метров до 1,3 км.

4.8 Междугородные сети ОбТС: принципы организации, виды соединений и способы их установления

Междугородные телефонные сети связи предназначены для передачи сообщений между абонентами разных населенных пунктов. Междугородные телефонные станции (МТС) и каналы образуют междугородную сеть связи. По принципу действия МТС могут быть автоматическими (АМТС) и ручными (РМТС).

Междугородная сеть связи МПС охватывает все железные дороги страны. Структура междугородной телефонной сети в основном повторяет сложившуюся

конфигурацию железных дорог, так как оптоволоконные, кабельные, радиорелейные и воздушные линии связи проходят вдоль железнодорожного полотна. На сети организованы центральная станция связи МПС (ЦСС МПС), дорожные узлы (ДУ), отделенческие узлы (ОУ), внутриотделенческие узлы (ВОУ) связи, а также оконечные автоматические телефонные станции местной связи (ОС).

Размещение на сети ДУ и ОУ задано, так как эти узлы соответствуют пунктам расположения управлений и отделений железных дорог. Функции АМТС в ДУ и ОУ выполняет коммутационная аппаратура УАК и УС, обеспечивающая транзитные связи. Аппаратура УАК и УС устанавливается в ВОУ, которые являются вспомогательными узлами коммутации и объединяют группу близлежащих ОС. УАК и УС связаны между собой каналами тональной частоты ТЧ, по которым передаются телефонные сообщения, сигналы управления, линейные и акустические сигналы. Часто каналы ТЧ организуются между УАК (УС) и ОС. Если УАК и ОС размещаются в одном пункте, то они соединяются между собой физическими СЛ. В качестве коммутационной аппаратуры УАК и АТС на сети используется электромеханическое, квазиэлектронное и электронное оборудование. На междугородной телефонной сети пучки каналов предусматриваются между ЦСС МПС и ДУ каждой железной дороги; ЦСС МПС и некоторыми ОУ; между ДУ и каждым ОУ своей дороги; ОУ и каждым ВОУ, относящимся к данному отделению; ВОУ и каждой ОС участков, прилегающих к данному ВОУ. Часто пучки каналов предусматривают между ДУ соседних дорог, ОУ соседних отделений одной дороги, ДУ и некоторыми ВОУ и ОС, ОУ и некоторыми ОС и между некоторыми ОУ, ВОУ и ОС соседних дорог. Таким образом, междугородная телефонная сеть железнодорожного транспорта строится по комбинированному принципу с наличием узлов четырех классов (ЦСС МПС, ДУ, ОУ, ВОУ). При таком построении сети соединения между абонентами разных пунктов происходят или по каналам прямой связи, или с применением транзитов, т.е. по маршрутам, состоящим из двух или более ветвей. Число направлений связи (пучков каналов), включенных в разные узлы сети, различно. Так в УАК ЦСС МПС включается несколько десятков пучков каналов, в УАК (УС) ДУ – до 16 пучков. В УАК (УС) ОУ образуется в среднем

восемь направлений связи, а в ВОУ – четыре. Пучки каналов, применяемые на сети, как правило, двусторонние. Пучки, включаемые в УАК при УС, часто имеют емкость от одного до пяти каналов.

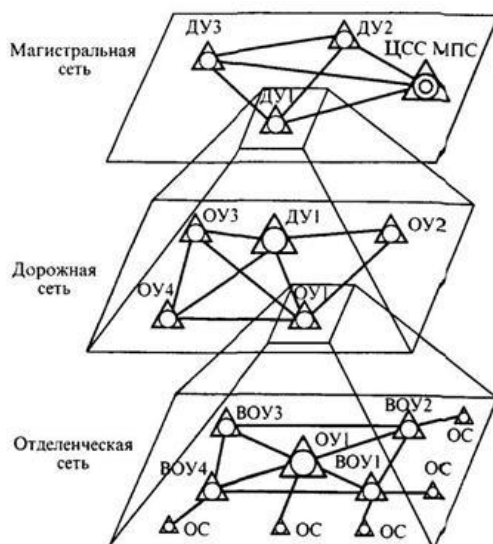


Рисунок 4.8 - Структурная схема сети междугородной связи

Уровень автоматизации телефонной сети характеризуется долей автоматических каналов от общего числа каналов и числом абонентов, имеющих доступ к междугородной телефонной сети автоматической связи. В настоящее время на железнодорожных сетях доля автоматических каналов превышает 90% от общего числа каналов. Доля абонентов, имеющих доступ к автоматической сети – больше 75%. Остальные абоненты пользуются ручным или полуавтоматическим способами установления соединений.

Планируется повышать уровень автоматизации более интенсивной автоматизацией каналов и постепенным переходом к полной автоматизации процессов соединений, т.е. обеспечением доступности сети для всех абонентов железнодорожного транспорта. Исследования показали, что в экономическом аспекте при совершенствовании сети междугородной телефонной связи МПС целесообразно в ДУ и ОУ устанавливать УАК с включением в них местных ОС, а в

БОУ – УС. Кроме экономической целесообразности, в этом случае важно и то, что при функционировании междугородной сети УАК в ДУ и ОУ будут обслуживать значительные транзитные потоки вызовов, возникающие в результате применения обходных направлений. Важной задачей является замена морально и физически устаревшего коммутационного оборудования на АТС и УАК электронной системы. Среди основных направлений совершенствования междугородной связи необходимо отметить улучшение качества обслуживания абонентов. Увеличение числа каналов, применение обходных направлений позволит снизить вероятность потерь по вызовам при междугородной связи до 0,05 с учетом повторных вызовов.

4.9 Междугородные телефонные станции (МТС)

Междугородная телефонная сеть предназначена для обеспечения телефонной связи между административными единицами, начиная с райцентров и заканчивая столицей. Аналогично первичным сетям междугородные телефонные сети делятся на зональные телефонные сети и междугородную.

Собственно междугородная телефонная сеть предназначена для организации телефонной связи между телефонными зонами. Каждая телефонная зона, как правило, совпадает с административной единицей - областью и предназначена для организации телефонной связи райцентров с областным центром.

Междугородная телефонная сеть имеет иерархическую структуру с четырьмя степенями иерархии .

Первая ступень - это узлы автоматической коммутации первого класса (УАК-1), связанные между собой по принципу «каждый с каждым». УАК-1 предназначены для организации мощных пучков каналов.

Вторая ступень иерархии состоит из узлов автоматической коммутации второго класса (УАК-II), которые связываются между собой и с УАК-1 в зависимости от тяготения друг к другу. УАК-II создаются в областных центрах, через которые проходит большая транзитная нагрузка.

Третья ступень иерархии состоит из окончных автоматических междугородных станций (АМТС), которые связываются между собой также в зависимости от тяготения. АМТС служат окончными станциями для междугородной сети и одновременно являются главными коммутационными узлами соответствующих зонавых телефонных сетей. Территориально АМТС располагаются, как правило, в каждом областном центре.

Четвертая ступень иерархии (телефонная зона) состоит из главных узлов коммутации местных телефонных сетей (УВСМ, ЦС). Территориально они располагаются в каждом райцентре и в каждом городе. Через эти узлы коммутации потребители входят в междугородную телефонную сеть.

Для повышения экономичности и качества обслуживания на междугородной сети предусматривается управление распределением каналов и регулирование потоками нагрузки по соответствующим пучкам каналов.

5 Автоматизация междугородной сети ОБТС

5.1 Организация автоматической связи.

При организации автоматической междугородной телефонной связи в узловых пунктах сети устанавливают аппаратуру узлов автоматической коммутации УАК или узловых АТС-УС, выполняющих функции междугородных станций.

В последнем случае УС обеспечивает и местные соединения. На автоматической междугородной сети число междугородных каналов по сравнению с ручным обслуживанием значительно увеличено. Междугородная автоматизированная сеть связи железнодорожного транспорта делится на магистральную автоматически коммутируемую телефонную сеть (МАКТС) и дорожные автоматически коммутируемые сети (ДАКТС).

Число ДАКТС соответствует числу железных дорог. На магистральной сети организуются главный (ГУ) и дорожные (ДУ) узлы связи, в которых размещаются узлы автоматической коммутации классов УАКІ и УАКІІ. Дорожная сеть, включающая в себя дорожные, отделенческие (ОУ) и вспомогательные отделенческие (ВОУ) узлы, оборудуется коммутационной аппаратурой II и III классов (УАКІІ и УАКІІІ). Часто внутри дорожной сети выделяют несколько отделенческих автоматически коммутируемых сетей (ОАКТС). Представление о структуре ОАКТС дает рис.7.27. Как отмечалось выше, в ВОУ могут устанавливаться УС. В ДУ узлы автоматической коммутации УАКІІ выполняют соединения одновременно на МАКТС и ДАКТС. Через УАКІІ осуществляются переходы с магистральной на дорожную сеть и наоборот.

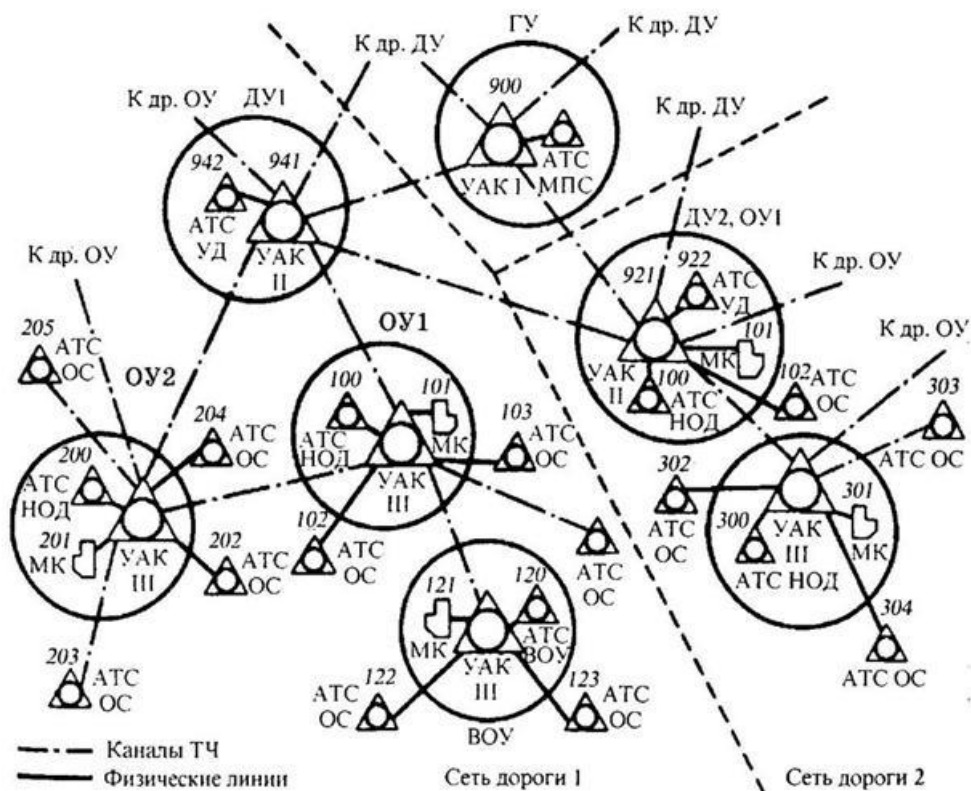


Рисунок 5.1 - Фрагмент схемы сети автоматической междугородной связи

Сеть автоматической междугородной связи строится с применением комбинированной структуры, позволяющей организовать обходные соединения на МАКТС и ДАКТС. В узлах связи в аппаратуру УАК включают АТС местных сетей и междугородные коммутаторы МК. При этом в каждом узле размещается АТС, обслуживающая работников МПС, управления дороги (УД), отделения дороги (НОД) или станции, где размещается ВОУ. Оконечные станции ОС соединяются с соответствующим УАК по физическим линиям, а при достаточно большом удалении – по каналам ТЧ.

На междугородной сети автоматической связи соединение может проходить через несколько УАК, причем число транзитных узлов не должно превышать четырех. Во всех транзитных узлах должны выполняться четырехпроводные соединения. Через ГУ Устанавливаются соединения между абонентами разных дорог. Соединения между смежными ДУ (на рисунке 4.9 между ДУ1 и ДУ2) могут устанавливаться по прямым каналам, минуя ГУ. На дорожной сети соединения

между абонентами разных отделений устанавливаются через ДУ, а также по прямым каналам между смежными ОУ (например, между ОУ1 и ОУ2 на сети дороги 1). На сети междугородной связи в некоторых случаях объединяют дорожный и отделенческий узлы (например, ДУ2 и ОУ1). Объединенный узел обслуживается одним комплектом аппаратуры УАКП. В современных сетях МАКТС и ДАКТС применяют аппаратуру УАК координатного, квазиэлектронного и электронного типов, позволяющее осуществлять четырехпроводные транзитные соединения и реализовывать закрытую систему нумерации.

Дальнейшее развитие магистральной сети сопровождается образованием нескольких узлов I класса, что способствует повышению надежности сети и уменьшению длины соединительного пути. Новые УАКИ размещаются в крупных дорожных узлах, находящихся на пересечении наиболее важных железнодорожных магистралей. Такие дорожные узлы получили название ГУ-ДУ. Все узлы I класса образуют полносвязную сеть.

5.2 Система нумерации.

На сети автоматической междугородной телефонной связи применяют смешанную систему нумерации. Каждая дорожная сеть образует отдельную зону с закрытой нумерацией, независимую от других дорожных сетей. Зонам соответствуют магистральные трехзначные коды АДЕ, присваиваемые дорожным узлам автоматической коммутации УАКП.

Магистральные коды присваиваются также главному узлу ГУ, главным дорожным узлам ГУ-ДУ и АТС при управлениях дорог. Магистральные коды начинаются с цифры 9, а индексы Д и Е могут быть любыми цифрами. Внутри каждой зоны телефонным станциям местных сетей и междугородным коммутаторам присваивают дорожные трехзначные коды ВДЕ, где В – любая цифра, кроме 9.

Нумерация узлов, станций и МК приведена на рис.7.28. Для выхода на сеть автоматической междугородной связи используют префикс 0, при наборе которого устанавливается соединение местной станции с УАК.

Магистральные коды включают в себя сто номеров (рисунок). В России 19 железных дорог и один ГУ при МПС. Следовательно, из 100 могут использоваться не более 39 номеров. Внутри дорожной сети число номеров может достигать 900, что значительно превышает число станций одной зоны. Таким образом, принятая система нумерации предусматривает долговременное развитие сети автоматической междугородной связи.

Коды			
В	Д	Е	Дорожный
1	X	X	900 номеров
2	X	X	
3	X	X	
4	X	X	
5	X	X	
6	X	X	
7	X	X	
8	X	X	
0	X	X	
А	Д	Е	Магистральный
9	X	X	

X - любая цифра

Рисунок 5.2 - Магистральные и дорожные междугородные коды

При соединениях между абонентами одной дорожной зоны вызывающий абонент набирает номер 0-ВДЕ, а затем местный номер абонента. Соединения между абонентами разных дорожных зон, а также от абонентов МАКТС к абонентам ДАКТС устанавливаются после набора номера 0-АДЕ-ВДЕ, а затем местного номера абонента. Соединения между абонентами МАКТС, включая абонентов управлений дорог, устанавливаются набором номера 0-АДЕ и далее местного номера абонента.

Присвоение магистральных кодов местным АТС в дорожных узлах сокращает количество набираемых знаков при соединении с абонентами дорожных узлов. Это

имеет существенное значение при построении системы нумерации, так как на долю АТС УД приходится большая междугородная телефонная нагрузка.

Система передачи функциональных сигналов. По каналам автоматической междугородной связи передаются управляющие, линейные и акустические сигналы. Сигналы управления посылаются декадным или кодированным способом. При декадном способе сигналы передаются одной частотой, причем количество посылаемых частотных импульсов соответствует передаваемому знаку номера. Во втором случае управляющие сигналы передаются с использованием многочастотного кода.

5.3 Комплекты междугородной связи.

Каждый междугородный канал включается в коммутационное оборудование УАК или АТС посредством комплектов междугородной связи. Комплекты междугородной связи обеспечивают передачу по каналу линейных и управляющих сигналов токами тональной частоты.

В зависимости от направления установления соединения комплекты междугородной связи делятся на односторонние и двусторонние. Первые обеспечивают установление соединения только в одном направлении и в зависимости от того, на каком конце канала они включаются, подразделяются на исходящие (ИК) и входящие (ВК). Двусторонние комплекты позволяют осуществлять соединения в обоих направлениях канала связи.

Двусторонние комплекты, позволяющие повысить пропускную способность каналов, используются для образования пучков каналов малой емкости. На междугородной сети связи железнодорожного транспорта двусторонние комплекты используются на пучках каналов, число которых не превышает 20. В коммутационное оборудование электромеханической, квазиэлектронной и электронной систем включаются различные по типу комплекты междугородной связи. В существующем коммутационном оборудовании для включения каналов ТЧ, как правило, применяют комплекты типа КТН-2Ш и КТН-2К. Оборудование КТН-

2Ш содержит два комплекта (КТН-Ш1 и КТН-Ш2) для включения их в два канала ТЧ. Оборудование КТН-2К состоит также из двух междугородных комплектов – КТН-К1 и КТН-К2. Комплекты КТН-Ш1 и КТН-Ш2 обеспечивают включение каналов ТЧ в АТС разных типов: АТС-47, УАТС-49, АТС-54, АТСК-100/2000, КРЖ, ЕСК 400Е, ЕСК 3000 Е. Комплекты КТН-К1 и КТН-К2 предназначены для работы в УАК и УС типа АТСК 100/2000. Посредством комплектов КТН-Ш1 и КТН-К1 осуществляется совместная работа АТС (УАК) с РМТС типов М-60 и МРУ.

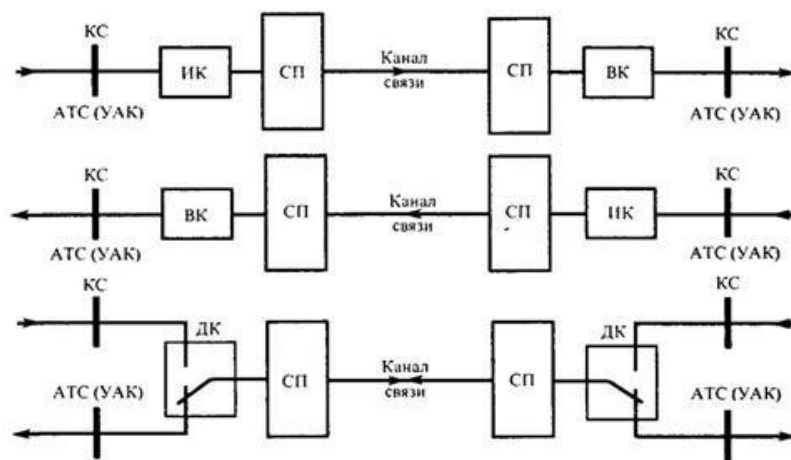


Рисунок 5.3-Структурные схемы включения комплектов

Широкое применение электронных элементов обеспечивает повышенную надежность комплектов, стабильность временных параметров передаваемых сигналов, уменьшение размеров более, чем в 2 раза по сравнению с релейными комплектами предыдущего поколения. Оборудование КТН-Ш и КТН-К обеспечивает контроль работоспособности каналов ТЧ с автоматической блокировкой неисправных каналов. Посредством комплектов осуществляется прямой доступ телефонистки МТС к каналу ТЧ с относительным приоритетом его занятия. В случае занятости КТН телефонистка предварительно подключается к комплекту. Когда данный комплект освобождается, он сразу поступает в распоряжение телефонистки.

6 Цифровые телефонные сети связи

6.1 Принципы построения узкополосных цифровых сетей связи с интеграцией услуг (ISDN)

После того как цифровые сигналы стали основными при передаче информации, возникла идея создания единой сети для передачи различных сообщений в цифровой форме. Концепция универсальной сети, обеспечивающей передачу и коммутацию различных видов информации, реализована в ISDN (Integrated Services Digital Network) – цифровой сети с интеграцией услуг.

Эталонная модель взаимодействия Открытых систем (ЭМ ВОС).

Открытой системой (ОС) – называют совокупность средств для обработки и передачи информации.

Любая ОС состоит из двух частей:

- Прикладные процессы (предназначены для обработки информационных данных)
- Средства взаимодействия (обеспечивают передачу информации между прикладными процессами разных ОС)

ЭМ ВОС была разработана международной организацией по стандартизации (ISO) с целью урегулировать процессы взаимодействия различных ОС, так же ЭМ ВОС была использована при создании ISDN. Она является основой любой сети связи.

Эталонная модель имеет иерархическую структуру, где верхний уровень системы взаимодействует с прикладным процессом, нижний опирается на физическую среду (рисунок 6.1)

Прикладные процессы		
Модель OSI		
Тип данных	Уровень	Функции
Данные	7. Прикладной	Доступ к сетевым службам
Поток	6. Представительский	Представление и шифрование данных
Сеансы	5. Сеансовый	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты	3. Сетевой	Определение маршрута и логическая адресация
Кадры	2. Канальный	Физическая адресация
Биты	1. Физический	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

Рисунок 6.1 –Эталонная модель взаимодействия открытых систем.

Взаимодействие смежных уровней в одной ОС и одноименных уровней в разных ОС описывается интерфейсами и протоколами.

Интерфейс – это совокупность устройств и логических процедур на стыке смежных уровней.

Протокол – регламентируемый набор правил (команд и ответов), определяющих взаимодействие одноименных уровней в разных системах.

Функционирование ОС сетей связи описывается с помощью семиуровневой модели. Каждый из уровней ОС имеет свое название и выполняет определенные функции. Уровни одной ОС взаимодействуют только с одноименными уровнями другой системы. Взаимодействие одноименных уровней двух систем сети обеспечивается нижестоящими уровнями. При этом ниже стоящий уровень i предоставляет услуги следующему уровню $i+1$. Только нижний уровень 1 не получает никаких услуг.

Модель ВОС можно разделить на две части:

- Уровни 7–5 обеспечивают подготовку информации к передаче.

- Уровни 4–1 передают информацию.

Архитектура протоколов ISDN. При передаче данных пользователя и информации сигнализации в ISDN применяются протоколы.

Модель протоколов ISDN имеет несколько плоскостей:

- Плоскость управления (ПлоскостьC–Control)
- Плоскость пользователя (ПлоскостьU – User)
- Плоскость менеджмента
- Плоскость транспортная

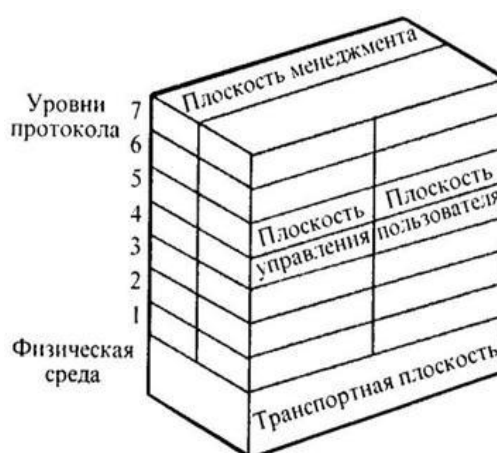


Рисунок 6.2 – Модель протоколов ISDN.

Модель протоколов ISDN. Протоколы, связанные с плоскостью C, служат для управления услугами пользователя, управления процессами установления соединения и разъединения и т.п.

Протоколы, связанные с плоскостью U, служат для передачи информации между пользователями.

Плоскость менеджмента обеспечивает управление трафиком с использованием соответствующих протоколов.

Базовый интерфейс (доступ)

BISDN используют два типа интерфейсов:

- Интерфейс с основной скоростью передачи данных BRI (BasicRateInterface) – базовый доступ.
- Интерфейс с первичной скоростью PRI (PrimaryRateInterface) – первичный доступ.

BRI представляет собой структурированный цифровой поток в котором организовано три канала: два информационных типа В со скоростью передачи данных 64 кбит/с. и один служебный канал типа D со скоростью передачи – 16 кбит/с.

Для организации BRI используется стандартная двухпроводная телефонная абонентская линия с номинальной скоростью передачи 144кбит\с.

Каналы В служат для передачи оцифрованных речевых сигналов или данных. При этом через один базовый доступ BRI могут передаваться два независимых потока сообщений – по числу В-каналов.

Канал D выполняет служебные функции. Основные функции: передача служебной информации, одновременное обслуживание двух В-каналов, осуществление контроля занятости В-каналов, ввод номера и имени вызывающего абонента на экран дисплея ISDN-терминала и многое другое.

Структура BRI. На рисунке 6.3 приведена Функциональная схема BRI. BRI обеспечивает подключение к узлу коммутации оконечных терминалов TE (TerminalEquipment) двух типов.

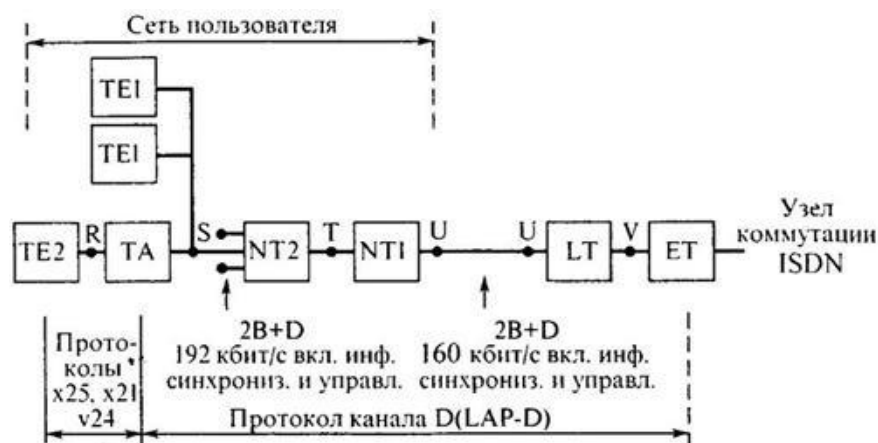


Рисунок 6.3 – Функциональная схема BRI.

Оконечные терминалы первого типа (TE1) представляют собой интеллектуальные терминалы, которые подключаются к интерфейсу в контрольной точке S.

Оконечные терминалы второго типа (TE2) – это терминалы с традиционным интерфейсом, они подключаются через согласующие устройства ТА (TerminalAdapter).

Подключаемые оконечные терминалы могут быть:

- Однотипные (несколько телефонных аппаратов)
- Комбинация разнотипных устройств

NT2 является сетевым окончанием типа 2 (NetworkTerminationType 2) и выполняет функции коммутации, мультиплексирования и концентрации нагрузки для группы оконечных терминалов. Каждый NT2 может содержать несколько интерфейсных порталов S для подключения оконечных терминалов. Если потребуется только один интерфейсный порт, то интерфейсы S и T сливаются, следовательно, NT2 и NT1 физически представляют собой единое целое.

Сетевое окончание первого типа (NetworkTerminationType 1) является физическим и электрическим оборудованием, подключаемого к двухпроводной абонентской линии. Функции NT1:

- контроль состояния линии
- синхронизация
- преобразование протоколов физического уровня
- преобразование электрических сигналов
- электропитание оборудования

NT1 осуществляет подключение внутренней четырехпроводной шины S к внешнему двухпроводному интерфейсу U.

LT – оконечное оборудование абонентской линии на узле коммутации. LT и NT1 – однотипное оборудование.

ЕТ – станционное оборудование, выполняет функции оконечного станционного комплекса с функциями сигнализации. ЕТ содержит ЗУ и обеспечивает пакетной информацией.

Интерфейс S/T. Протокол уровня 1 (физического) BRI определяет связь между оборудованием TE и NT на интерфейсе S/T.

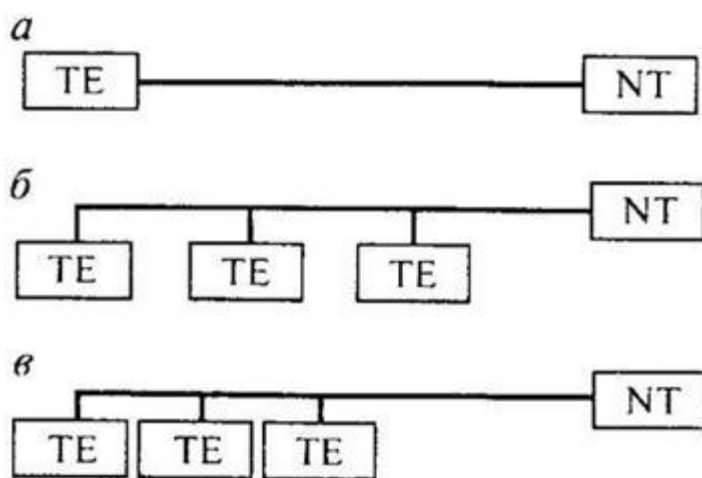


Рисунок 6.4 – Конфигурация интерфейса S/T.

Конфигурация интерфейса S/T. Базовый доступ может использовать конфигурацию «точка–точка» или «точка-многоточие». При конфигурации «точка-точка» к NT (NT1 или NT2) подключается только один TE (TE1 или ТА). Длина четырехпроводной шины не превышает одного километра (рис. 6.4 а).

В зависимости от расстояния до оконечных терминалов пользователя конфигурация «точка-многоточие» может быть двух видов: короткая пассивная шина и удлиненная пассивная шина. При обеих конфигурациях с пассивными шинами сеть управляет одновременно несколькими оконечными терминалами, подключенными к одному NT. Короткая пассивная шина четырехпроводная имеет длину до 200 метров, к ней могут быть подключены до 8 TE.

TE и NT могут располагаться на такой шине как угодно относительно друг друга (рис. 6.4 б). При конфигурации с удлиненной четырехпроводной шиной, до восьми TE могут быть сгруппированы в одном конце шины на расстоянии до 1 км от NT (рис. 6.4 в)

С помощью соответствующих функций NT можно реализовать и другие конфигурации, например, конфигурацию типа «звезда» или «активная шина».

Доступ оконечных терминалов к D –каналу. Любой вызов со стороны оконечного терминала ТЕ начинается с сигнализации по D–каналу. Для того чтобы в случае шинной конфигурации «точка-многоточие» оконечные терминалы не мешали друг другу одновременной передачей сигналов в D–канал, должна выполняться определенная процедура доступа к этому каналу. В каждый момент времени по конкретному В–каналу передает и принимает информацию только один оконечный терминал.

Механизм доступа к D–каналу основан на использовании принципа ЭХО D–канала. Эхо – информацией D–канала являются любые биты Е. Любой сигнальный бит, переданный от ТЕ по D–каналу в NT, транслируется обратно в ТЕ в виде битов. Если D–канал свободен, то по нему непрерывно передается логическая «1».

Интерфейс первичного уровня PRI (Primary Rate Interface) является одним из интерфейсов, используемых в сетях ISDN для организации межстанционных связей или для подключения абонентской системы большой производительности. PRI имеет конфигурацию «точка-точка» и логически построен по тому же принципу, что и BRI: определенное количество В-каналов и один D–канал. Скорость передачи на PRI по каждому из 30 информационных В-каналов и сигнальному D–каналу составляет 64 кбит/с. По D–каналу, кроме сигнальной информации, может передаваться и информация пользователя. Кроме основного В-канала, в ISDN используется скоростные информационные Н-каналы – Н0 и Н12. Скорость передачи по этим каналам 384 и 1920 кбит/с. По каналам Н может передаваться любая информация – видео, факсимильная, данные в режимах коммутации каналов и пакетов.

Структура протокола канального уровня D–канала LAP–D. Обмен сигнальной информацией между пользователем и сетью осуществляется по D–каналу в пакетном режиме в соответствии с требованиями протокола канального уровня LAP–D. Информация, переданная от пользователя по каналу D, выделяет в ЕТ узла коммутации и в виде кадра собирается в буфере. Протокол второго уровня сигнального D–канала определяет структуру кадра. Под кадром понимается взаимосвязанная последовательность бит, передаваемая на физический уровень или принимаемая с него как единое целое.

Принципы адресации и нумерации в ISDN. В основу системы адресации и плана нумерации абонентов в ISDN положены системы адресации и план нумерации, принятые в телефонной связи.

Под номером абонента понимается идентификатор абонентского пункта (АП) пользователя ISDN. Адрес абонента включает в себя номер АП и дополнительную адресную информацию. Структура адреса ISDN состоит из четырех секций (рис. 6.5)

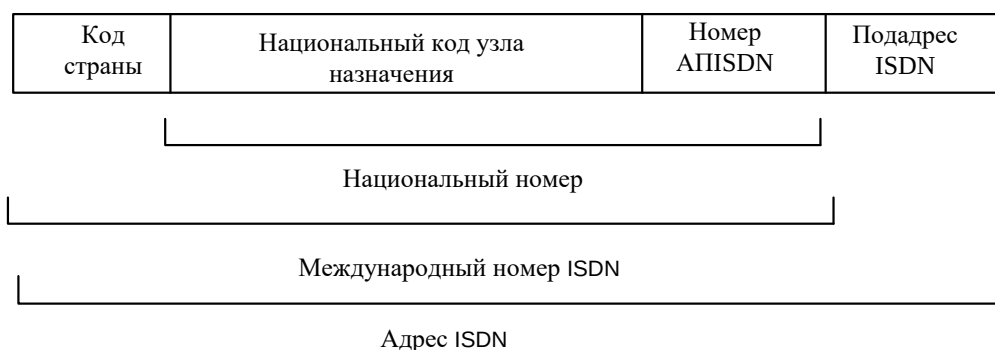


Рисунок 6.5 – Структура адреса ISDN.

Международный номер включает в себя код страны. Международный номер имеет до 15 десятичных цифр. В поадресе ISDN, состоящем из 32-х десятичных цифр, указывается номер одного из имеющихся компонентов АП ISDN. Длина поадреса в 32 десятичных числа определяется требованиями адресации при взаимодействии вычислительных машин в сетях ЭВМ в соответствии с моделью ВОС.

6.2 Интерфейсы и протоколы

Эффективная работа современных вычислительных устройств во многом зависит от взаимодействия различных компонентов не только друг с другом, но и со средой ИТ. Важную роль в обеспечении такого рода взаимодействия играют аппаратные интерфейсы, отличающиеся скоростью и расстоянием, на которое передаются данные, а также удобством использования.

По сути, интерфейс есть не что иное, как средство связи двух устройств между собой. Говоря об интерфейсе, как правило, имеют в виду кабели или разъемы, а также параметры напряжения, частоты, сигналов и проч. Иногда под термином «интерфейс» подразумевают не только физические характеристики линии связи, но и набор команд, с помощью которых устройства взаимодействуют друг с другом, что на самом деле является протоколом. На практике возможны различные комбинации протоколов и интерфейсов, благодаря чему удастся добиться оптимальных параметров работы вычислительной системы.

Использование в корпоративной инфраструктуре ИТ современных дисковых подсистем хранения информации требует, чтобы интерфейсы могли обеспечить такие характеристики, как высокая скорость передачи данных, надежность, простота обслуживания и применения, передача информации на большие расстояния. Для их создания и совершенствования создаются группы разработчиков, куда входят, как правило, те, кто использует эти интерфейсы для своих задач (производители систем хранения, жестких дисков, наборов интерфейсных микросхем и т. д.). К числу таких групп относятся Storage Networking Industry Association (SNIA), Serial ATA Working Group, SCSI Trade Association и др.

При создании нового интерфейса учитывается возможность его совместимости с существующей периферией, дабы обеспечить плавную миграцию оборудования на новые технологии и защитить инвестиции в уже выпущенные устройства. От разработки интерфейса до его коммерческого применения проходит достаточно большой промежуток времени, в течение которого специалисты производят отладку и занимаются утверждением спецификации. Заключительной стадией процесса является утверждение Американским национальным институтом по стандартизации (ANSI).

Интерфейс SCSI. При всем разнообразии имеющихся интерфейсов наиболее широкое применение в области систем хранения данных (СХД) получили SCSI, FibreChannel и SATA.

Параллельный интерфейс SmallComputerSystemsInterface (SCSI) является стандартом для высокопроизводительных и надежных систем хранения уже около

20 лет. Разработанный в середине 80-х гг. прошлого столетия, он совершил настоящую революцию в области технологии подключения и взаимодействия различного оборудования. Он стал первой интеллектуальной системной шиной, позволяющей обеспечивать совместное функционирование разнообразных периферийных устройств, включая жесткие диски, приводы CD-ROM, принтеры, сканеры, ленточные накопители и т. д. Одновременно с созданием его аппаратной части был разработан одноименный протокол, т. е. набор команд, с помощью которых различное оборудование может взаимодействовать друг с другом.

В настоящее время SCSI позволяет подключать до 16 устройств к аппаратным платформам серверов и рабочих станций, причем работающих под управлением различных операционных систем (ОС). Одна из причин широкого распространения интерфейса SCSI заключается в том, что он не накладывает каких-либо ограничений на связь между контроллером и периферийным устройством. По шине SCSI к серверу могут подключаться как внешние, так и внутренние устройства. Более того, при необходимости одно периферийное устройство способно предоставлять свои ресурсы сразу нескольким серверам, если они подключены к общему интерфейсу SCSI.

Благодаря своим характеристикам интерфейс SCSI широко применяется при проектировании систем хранения и обработки информации. Так, например, высокая пропускная способность шины обеспечивает хорошую скорость передачи данных, а возможность подключения к контроллеру до 15 периферийных устройств позволяет создавать масштабируемые СХД. В то же время протокол SCSI реализует функцию мониторинга состояния подключенного к шине оборудования, что весьма важно для поддержания бесперебойной работы СХД.

Непрерывный рост объемов обрабатываемой информации побуждает производителей выпускать на рынок все более эффективные и надежные системы хранения, а разработчиков интерфейсов — создавать шины для удовлетворения технических требований к этим устройствам. В результате за время своего существования интерфейс SCSI претерпел довольно много изменений и усовершенствований, целью которых было увеличение производительности,

масштабируемости и управляемости систем хранения данных. Тем не менее оборудование на базе последних версий SCSI обладает совместимостью с предыдущими поколениями как интерфейса, так и набора команд SCSI. Современные устройства успешно работают на «устаревших» контроллерах SCSI, что позволяет значительно упростить внедрение нового оборудования и защитить инвестиции в уже существующие системы.

Интерфейс АТА. Спецификация интерфейса IDE/ АТА (AT Attachment) была разработана в качестве недорогой альтернативы SCSI для поддержки функционирования только дисковых накопителей в персональных компьютерах. То есть там, где нет необходимости в реализации всех возможностей шины SCSI (подключение большого количества устройств разного типа к одной шине и обеспечение их одновременной работы, универсальный набор команд протокола SCSI и т. д.). Первые промышленные устройства на базе IDE/АТА появились в 1986 г., однако сам интерфейс был стандартизован только в 1990 г.

Основной характеристикой интерфейса АТА является реализация большинства функций контроллера непосредственно в самом дисковом накопителе. Такой подход позволяет существенно упростить хост-адаптеры, применяемые для подключения жестких дисков к компьютерам, и обеспечить хороший уровень совместимости оборудования разных производителей.

Правила взаимодействия двух машин могут быть описаны в виде набора процедур для каждого из уровней. Такие формализованные правила, определяющие последовательность и формат сообщений, которыми обмениваются сетевые компоненты, лежащие на одном уровне, но в разных узлах, называются протоколами.

Из приведенных определений можно заметить, что понятия "интерфейс" и "протокол", в сущности, обозначают одно и то же, а именно - формализовано заданные процедуры взаимодействия компонент, решающих задачу связи компьютеров в сети. Однако довольно часто в использовании этих терминов имеется некоторый нюанс: понятие "протокол" чаще применяют при описании правил взаимодействия компонент одного уровня, расположенных на разных узлах

сети, а "интерфейс" - при описании правил взаимодействия компонентов соседних уровней, расположенных в пределах одного узла.

Согласованный набор протоколов разных уровней, достаточный для организации межсетевого взаимодействия, называется стеком протоколов. Программные средства, реализующие некоторый протокол, также называют протоколом. При этом соотношение между протоколом - формально определенной процедурой взаимодействия, и протоколом - средством, реализующим эту процедуру, аналогично соотношению между алгоритмом решения некоторой задачи и программой, решающей эту задачу.

Протокол iSCSI. Одним из примеров технологий, которые уже в самом ближайшем времени будут востребованы при проектировании систем и сетей хранения данных, является протокол Internet SCSI (iSCSI). iSCSI, в основе которого лежит протокол IP, позволяет значительно упростить обмен информацией через глобальные сети и Intranet и обеспечить удаленное управление устройствами хранения данных. Благодаря широкому распространению сетей IP, iSCSI подходит для передачи информации через Intranet или через локальные и глобальные сети, а также для создания территориально распределенных систем хранения данных.

В организациях, где достаточно развиты сети SAN на базе FibreChannel, применение iSCSI поможет консолидировать удаленные ресурсы и подключить к централизованной инфраструктуре хранения данных серверы начального уровня. С точки зрения организации совместной работы сетевого хранилища и серверов, iSCSI выполняет ту же функцию, что и FibreChannel, однако пропускная способность канала передачи оказывается меньше (на сегодняшний день — 1 Гбит/с у iSCSI против 2 Гбит/с у FC). Тем не менее, по сравнению с FibreChannel, iSCSI имеет одно существенное преимущество — возможность передачи данных между серверами и удаленными вычислительными центрами по стандартным сетям IP.

Устройства, работающие на базе протокола iSCSI, уже появились у Intel, Qlogic, Adaptec, IBM, Cisco и других компаний. В будущем технологии iSCSI помогут воспользоваться преимуществами, предоставляемыми сетями хранения данных SAN предприятиям среднего размера, отделам и удаленным филиалам

крупных корпораций. Внедрение iSCSI позволит снизить затраты на эксплуатацию систем хранения данных, упростить управление ими за счет консолидации и сделать процесс резервного копирования таким же простым и быстрым, как в сетях хранения данных.

6.3 Системы сигнализации и области их применения

На протяжении последних ста лет сигнализация развивалась в рамках традиционной телефонии, причем за последние два десятилетия ее эволюция ускорилась как никогда ранее благодаря сращиванию компьютерных и коммутационных технологий.

В контексте телефонии под сигнализацией понимается передача управляющей информации с целью установления/разъединения двухточечных соединений. Сигнализация бывает трех типов - абонентская, т.е. на участке между абонентским терминалом и коммутационной станцией, внутрисканционная и междисканционная. Пример абонентской сигнализации приведен (рис. 6.6), где показаны основные сигналы, передаваемые в процессе нормального установления/разъединения соединения между двумя абонентами, подключенными к одной коммутационной станции.

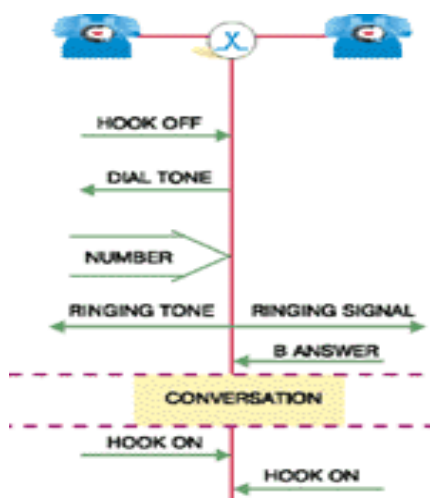


Рисунок 6.6 –Пример абонентской сигнализации.

Межстанционная сигнализация в свою очередь делится на два основных типа - сигнализация по выделенному каналу CAS (ChannelAssociatedSignalling) и сигнализация по общему каналу CCS (CommonChannelSignalling). В первом случае (CAS) сигнальная информация передается либо непосредственно по разговорному каналу (внутриканальная сигнализация) либо по каналу, физически привязанному к нему. Во втором случае (CCS) сигнализация полностью отделена от разговорного тракта, и передача сигнальной информации осуществляется по специально выделенному высокоскоростному каналу, общему для пучка разговорных каналов.

В процессе развития сетей связи применялся и применяется до сих пор ряд систем сигнализации, причем большинство из них принято в качестве стандарта на международном уровне ITU-T (ранее CCITT). Примеры систем сигнализации CAS:

- 1VF (OneVoiceFriequency) - одночастотная сигнализация;
- 2VF (Two Voice Friequency) - двухчастотнаясигнализация (CCITT No. 4);
- MVF (Multi Friequency Pulse) - многочастотнаясигнализация (CCITT No. 5).

Сами названия этих систем говорят о способе передачи сигнальной информации - тональные и/или импульсные сигналы.

В системах CCS все сигнальные сообщения SM (SignallingMessage) передаются по дуплексным каналам - звеньям сигнализации SL (SignallingLink) в составе пакетов данных, называемых сигнальными единицами SE (SignalUnit). Это стало возможным после появления первых коммутационных станций с программным управлением SPC (StoredProgrammControl) и цифровых систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией PCM (Pulse-CodeModulation). Часть функций таких станций вместе с пучками звеньев сигнализации SLS (SignallingLinkSet) образуют логически отделенную от базовой сети связи сеть передачи данных с коммутацией пакетов данных (сигнальных единиц), называемую сетью сигнализации (SignallingNetwork).

На сегодняшний день известны два стандарта систем общеканальной сигнализации:

- CCITT SignallingSystemNo. 6

— CCITT SignallingSystemNo. 7

Первая из них была разработана в конце 60-х годов и по ряду причин сейчас практически не применяется. Вторая - CCITT No. 7 (SS#7) появилась в конце 70-х годов и предназначена для использования на цифровых сетях с каналами не ниже 64 Кбит/с. Основными преимуществами SS#7 являются:

Скорость - в большинстве случаев время установления соединения не превышает одной секунды;

Высокая производительность - один канал сигнализации способен одновременно обслужить несколько тысяч телефонных вызовов;

Экономичность - по сравнению с системами CAS во много раз сокращается объем оборудования на коммутационной станции;

Надежность - достигается за счет возможности альтернативной маршрутизации в сети сигнализации.

Гибкость - система передает любые данные, не только данные телефонии.

SS#7 – сигнализация. Будучи разработанной для традиционной телефонии, в SS#7 изначально были заложены большие возможности для управления другими услугами связи. Это объясняется, прежде всего бумом на рынке услуг телекоммуникаций, который продолжается с начала 80-х годов и еще не достиг своего пика. Именно в 80-х годах SS#7 интенсивно разрабатывалась ведущими производителями коммутационного оборудования и параллельно утверждалось в качестве стандарта CCITT. Уже сейчас SS#7 является обязательным элементом следующих цифровых сетей связи:

- PSTN - PublicSwitchedTelephoneNetwork
- ISDN - IntegratedServicesDigitalNetwork
- PLMN - PublicLandMobileNetwork
- IN - IntelligentNetwork

Взаимодействие данных систем также осуществляется посредством SS#7 (рис. 6.7).



Рисунок 6.7 – Взаимодействие цифровых сетей по SS#7.

В настоящее время практически всеми международными институтами стандартизации телекоммуникаций (ITU-T, ETSI, ANSI, ATM Forum и др.) разрабатываются стандарты SS#7 для широкополосных сетей - Broadband-ISDN, Universal Mobile Telecommunications System, Broadband-IN.

Основные понятия и элементы SS#7

Пункт сигнализации - SP (Signalling Point) - это узел сети сигнализации, в котором реализованы части пользователей SS#7.

Звено сигнализации - SL (Signalling Link) - средство передачи сигнальных единиц между двумя пунктами сигнализации.

Транзитный пункт сигнализации - STP (Signalling Transfer Point) - узел сети сигнализации без функций частей пользователей, осуществляющий только функции части передачи сообщений SS#7.

Режимы сети сигнализации - связанный режим (Associated Mode) и квазисвязанный режим (Quasi-Associated Mode) - пояснены на рис 6.8 а и 6.8 в соответственно.

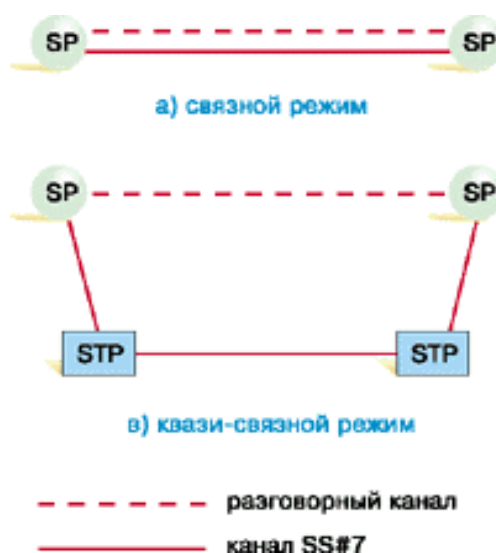


Рисунок 6.8 –Режимы сети сигнализации.

Часть передачи сообщений - MTP (MessageTransferPart) является транспортной подсистемой SS#7, предназначенной для надежной передачи сигнальных сообщений в правильной последовательности и без ошибок.

Части пользователей - UP (UserParts) функциональные блоки SS#7, где генерируются и обрабатываются сигнальные сообщения. Примерами частей пользователей являются:

- TUP– TelephoneUserPart
- ISUP– ISDNUserPart
- MAP– Mobile Application Part.

Базовая функциональная схема SS#7 приведена на рисунке 9. На рисунке 6.10 представлен пример обмена сигнальными сообщениями между двумя пунктами сигнализации в процессе установления/разъединения телефонного соединения:

IAM (InitialAddressMessage) - содержит номерную информацию о вызываемом абоненте;

SAM (SubsequentAddressMessage) - содержит дополнительную информацию, передается в случае необходимости;

ACM (AddressCompleteMessage) - содержит информацию о статусе вызываемого абонента (например, абонент свободен);

ANC (AnswerCharge) - определяет момент начала начисления оплаты;

CLF (ClearForward) - сообщение в прямом направлении о завершении вызова;

RLG (ReleaseGuard) - подтверждение завершения вызова в обратном направлении, разъединение соединения.

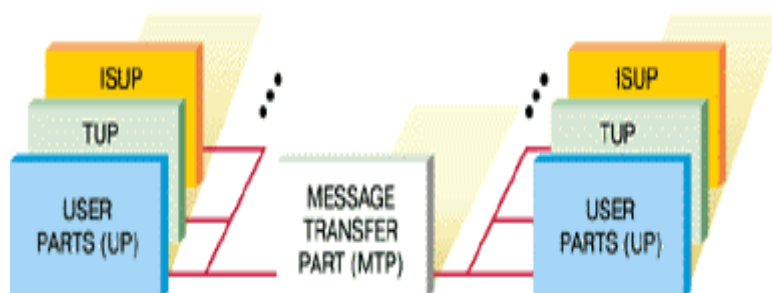


Рисунок 6.9 – Базовая функциональная схема SS#7.

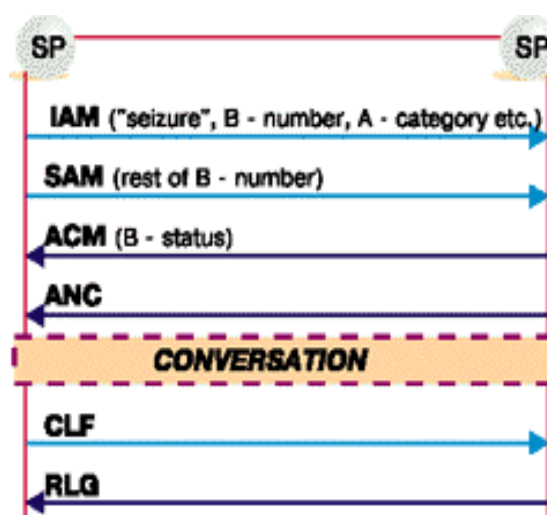


Рисунок 6.10 – Временная диаграмма установления/разъединения телефонного соединения по SS#7.

Формат сигнальных сообщений. Сигнальная единица, в составе которой передаются сигнальные сообщения, называется значащей сигнальной единицей MSU (MessageSignalUnit) и включает ряд полей, показанных на рисунке 6.11.

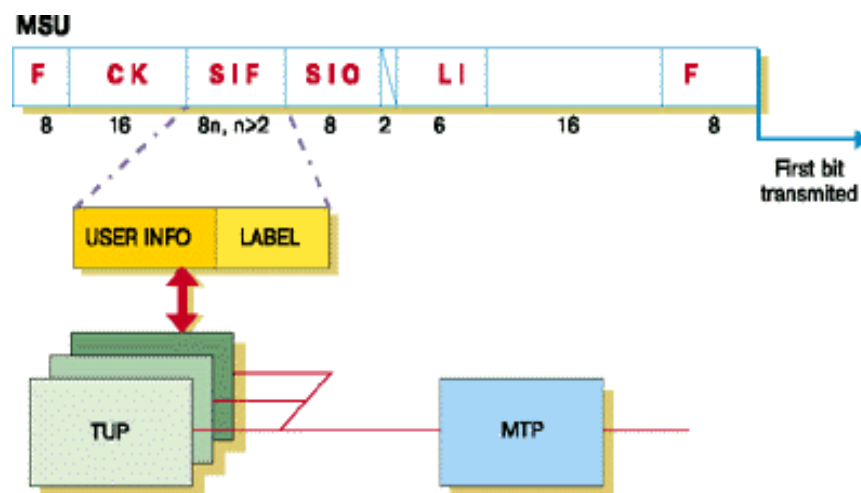


Рисунок 6.11 – Формат значащей сигнальной единицы.

Signalling Information Field (SIF) - включает сигнальную информацию части пользователя и метку маршрутизации, которая применяется в части передачи сообщений MTP.

Service Information Octet (SIO) - указывает на принадлежность сигнальной информации конкретной части пользователя.

LengthIndicator (LI) - содержит значение числа байт между полями LI и CK.

Checkbits (CK) - проверочные биты для обнаружения ошибок передачи.

Errorcorrection - состоит из четырех полей аналогичных используемым в протоколе HDLC и предназначенных для обеспечения повторных передач пакетов при обнаружении ошибок.

Flag (F) - обозначает начало и конец сигнальной единицы.

Структура сети сигнализации. Сеть сигнализации, как и сети пакетной коммутации других типов, строится согласно следующим основным критериям:

- простота структуры сети;
- надежность;
- минимальные временные задержки;
- оптимальная стоимость.

Этим критериям лучше всего будет соответствовать сеть с достаточно симметричной топологией и функционирующая в квазисвязанном режиме. Многие

национальные сети SS#7 строятся по региональному принципу с иерархической системой транзитных пунктов сигнализации (рисунок 6.12).

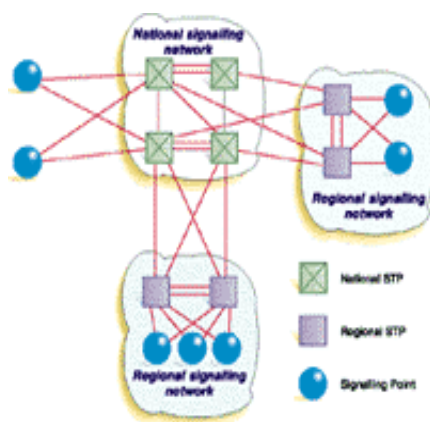


Рисунок 6.12 – Пример иерархической структуры.

ССИТТ SS#7 и модель OSI. Первая спецификация SS#7 была опубликована ССИТТ в 1980 году в рекомендациях серии Q.700 (Желтая книга). Тогда же ISO представила эталонную модель взаимодействия открытых систем (модель OSI). Соответствие архитектуры протоколов модели OSI и современного стека протоколов SS#7 показано на рисунке 6.13.

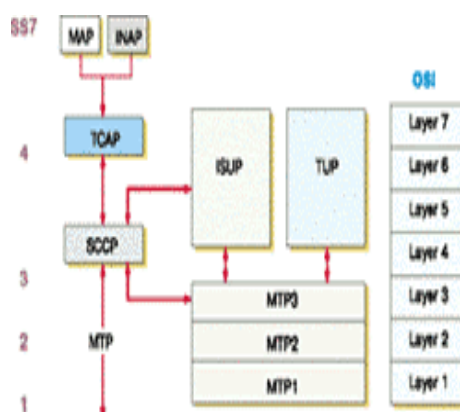


Рисунок 6.13 – Протоколы SS#7 и модель OSI.

Архитектура протоколов SS#7 отражает историю ее создания. До 1984 года, когда в Красной книге ССИТТ была начата спецификация части транзакционных

возможностей SS#7, стек протоколов был совместим с моделью OSI только до третьего уровня, и то не полностью. Совместимость была достигнута дополнением системы протоколами SCCP (SignallingConnectionControlPart) и TCAP (TransactionCapabilitiesApplicationPart), что позволило реализовывать в SS#7 услуги передачи данных по тем же принципам, что и в модели OSI. На базе транзакционной части SS#7 позднее были специфицированы протоколы MAP (MobileApplicationPart) и INAP (IntelligentNetworkApplicationProtocol), для которых существенным является обмен транзакциями между узлами сети и сетевыми базами данных.

SS#7 и абонентская сигнализация DSSS#1. Практически одновременно с SS#7 и в связи с разработкой стандартов ISDN появились новые стандарты абонентской сигнализации. Эта сигнализация, специфицированная в рекомендациях CCITT серии Q.900, получила название DigitalSubscriberSignallingSystemNo. 1 (DSSS#1). Она также известна под названием сигнализация по D-каналу. Этот канал используется в основном методе доступа ISDN по условной формуле 2B+D. В данном методе пользователь ISDN получает два информационных канала 64 Кбит/с и один канал управления (сигнализации) 16 Кбит/с. Протокол D-канала является двухуровневым и известен под названием LAPD.

Как и SS#7, система DSSS#1 была специфицирована и для широкополосных сетей. В рекомендациях серии Q.2900 данная система получила название DSSS#2.

6.4 Система синхронизации цифровых сетей с интеграцией услуг ISDN

На цифровых сетях с интеграцией обслуживания применяются системы сигнализации с общим каналом (ОКС). В качестве ОКС может использоваться любой из канальных интервалов внутри канала E1, кроме нулевого. На ведомственных сетях связи для этой цели чаще всего находят применение КИ 16. Система сигнализации по ОКС представляет собой подсистему передачи данных, между цифровыми АТС предназначенную, в первую очередь, для обмена сообщениями по установлению соединений и разъединению, а также для реализации дополнительных возможностей, к которым относятся дополнительные

услуги, мониторинг удаленных станций, тарификация услуг и другие. Обычно системы сигнализации включают в себя протоколы, разработанные в соответствии с требованиями модели ВОС.

Принцип организации ОКС на примере фрагмента сети с двумя АТСЦ представлен на рисунке 6.14.

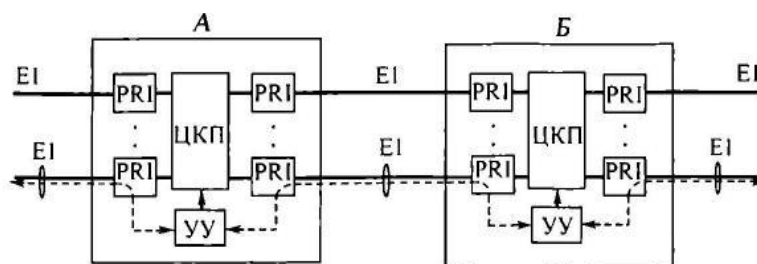


Рисунок 6.14 – Принцип организации ОКС.

Для связи между АТСЦ организованы пучки из каналов E1. ОКС достаточно организовать внутри одного канала E1. Система сигнализации с помощью одного ОКС обслуживает все основные цифровые каналы (ОЦК) внутри пучка каналов E1. При этом во всех каналах E1, кроме того, в котором организован ОКС, для пользователей доступны 31 ОЦК с номерами 1.....31. Внутри канала E1 с ОКС есть доступ только к 30 ОЦК, например, с номерами 1...15 и 17....31. В интерфейсе PRI, в который включен канал E1 с ОКС, происходит выделение и ввод данных в КИ, относящийся к ОКС. Интерфейс PRI обычно выполняет обработку протоколов на физическом и канальном уровнях системы сигнализации. Каждый PRI посылает и принимает от управляющего устройства (УУ) сигнальные сообщения, относящиеся к сетевому уровню системы сигнализации. УУ АТСЦ выполняет роль пользователя системы сигнализации, поскольку оно использует принимаемые сигнальные сообщения в управление станцией и формирует новые сигнальные сообщения, передаваемые к другой АТСЦ. УУ транзитной АТСЦ может обеспечить пересылку сигнального сообщения, предназначенного для другой АТСЦ. Сигнальные

сообщения передаются по ОКС в виде блоков данных, которые в зависимости от типа сигнализации называются пакетами или сигнальными единицами.

Существующие системы сигнализации по ОКС делятся на системы сигнализации ведомственных сетей связи и сетей общего пользования.

6.5 Системы сигнализации ведомственных сетей

На ведомственных сетях связи на пучках СЛ могут быть использованы специализированные или стандартная системы сигнализации по ОКС.

Специализированные системы сигнализации по ОКС. Такая система была создана одной телекоммуникационной компанией для собственных коммутационных станций или была принята в качестве стандарта в соответствующей стране.

Примеры специализированных систем сигнализации по ОКС представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1. – Специализированные системы сигнализации.

Тип сигнализации	Компания	Область применения
DX-Net	«Информтехника»	МиниКом DX500 МиниКом DX500 ЖТ
CorNet	Siemens	Hicom300E и Hicom150
TN1R6 и ITR-6	Bosch Telecom	Integral33xE
ABC	Alcatel	Alcatel4300 и lcatel4400
DPNSS1	–	Ведомственные сети Англии
VN3	–	Ведомственные сети Франции

Стандартная система сигнализации по ОКС. Такой системой признана на международном уровне сигнализация типа QSIG, разработанная Европейской Ассоциацией производителей компьютеров (ЕСМА) и принятая всеми ведущими производителями систем коммутации. Описание стандарта сигнализации

содержится в документах Европейского Института стандартизации систем связи (ETSI).

Система сигнализации QSIG предназначена для построения ведомственных сетей на базе разнотипного коммутационного оборудования. Название сигнализации связано со стандартной логической точкой Q, предназначенной для организации связи между двумя UATC сети ISDN.

Важное свойство сигнализации состоит в том, что количество узлов в сети с такой сигнализацией не ограничено. То есть не накладывает ограничений на план нумерации.

На сети с сигнализацией QSIG может быть использован один из двух способов передачи цифр номера: блочный и с перекрытием. В первом случае весь номер вызываемого абонента передается в виде одного блока и входит только в одно сообщение типа SETUP. В способе с перекрытием цифры номера передаются по одной. Каждая цифра передается с помощью сообщения INFORMATION.

6.6 Система сигнализации сетей общего пользования.

На сетях общего пользования принята система сигнализации типа OKC7, используемая на местной, междугородной и международной сетях связи. Эта система сигнализации была разработана в 80-х годах прошлого столетия и была ориентирована на применение, как на аналоговых, так и на цифровых сетях связи. В настоящее время система OKC7 необходима при построении следующих цифровых сетей: телефонной сети общего пользования (ТфОП), цифровой сети с интеграцией обслуживания (ЦСИО- ISDN), сети мобильной связи(СМС), интеллектуальной сети (ИС).

6.7 Области применения систем сигнализации разных видов

Специализированные системы сигнализации не совместимы между собой и со стандартными системами сигнализации по ОКС. Они предназначены для построения ведомственных сетей на базе однотипного коммутационного оборудования.

Система сигнализации QSIG предназначена в первую очередь для построения ведомственных сетей на базе разнотипного коммутационного оборудования, но не исключается ее применение для цифровых АТС одного типа.

На сетях ОБТС сигнализация QSIG и специализированные системы сигнализации должны найти широкое применение внутри железной дороги для организации местной и междугородной связи.

Система сигнализации ОКС7 может найти применение на магистральной сети ОБТС, объединяющей все дорожные сети.

6.8 Дополнительные виды услуг

Дополнительные виды услуг, представленные на цифровых сетях связи.

На сети связи в первую очередь передавать между абонентами информацию составляющего вида, например, речь. Дополнительные услуги позволяют абонентам сети связи с цифровыми АТС получить новые функциональные возможности. Реализация дополнительных услуг достигается главным образом программными средствами. Некоторые из таких услуг требуют обязательного использования общим каналов сигнализации.

Часть дополнительных услуг доступна только абонентам с терминалами сети ISDN. Набор предлагаемых дополнительных услуг и алгоритм их выполнения зависит от каждого типа АТС. С целью предоставления дополнительных услуг на цифровой сети с коммутационными станциями разных типов Международным союзом электросвязи были приняты рекомендации, которых должны придерживаться все производители коммутационного оборудования. Эти

рекомендации предназначены для узкополосных сетей ISDN. Все дополнительные услуги разделены на семь групп. Ниже приводится краткое описание наиболее часто используемых дополнительных услуг.

Группа 1. Дополнительные услуги по идентификации номера, включающие следующие:

Прямой набор(DDI). Услуга позволяет вызывать абонента учрежденческой цифровой АТС с функциями ISDN без участия оператора входящей связи. Услуга предназначена для входящей связи от сети общего пользования к абоненту учрежденческой АТС. Сеть общего пользования и учрежденческая АТС должны выполнять функции ISDN.

Множественный абонентский номер(MSN). Услуга позволяет закрепить за одним интерфейсом ISDN множество номеров. Используется на базовом доступе ISDN для предоставления каждому терминалу одного или нескольких абонентских номеров.

Идентификация линии вызывающего абонента (CLIP). При установлении соединения на сети ISDN номер вызывающего абонента передается вызываемой стороне. На базовом доступе вызываемого абонента этот номер передается по каналу D в сообщении SETUP. Принятый номер отображается на дисплее цифрового телефонного аппарата одновременно с приемом вызова.

Запрет идентификации линии вызывающего абонента(CLIP). Вызывающий абонент может воспользоваться этой дополнительной услугой для предотвращения передачи своего номера вызываемой стороне.

Идентификация линии вызываемого абонента(COLP). услуга позволяет на сети ISDN вызывающей стороне знать, с каким абонентом произошло соединение. При установлении соединения номер вызываемого терминала передается по каналу D в сообщении CONNECT.

Запрет идентификации линии вызываемого абонента(COLR). На сети ISDN происходит запрет на отображение у вызывающего абонента номера вызываемого абонента.

Идентификация злонамеренного вызова(MCID). Услуга позволяет вызванному абоненту идентифицировать и зарегистрировать номер вызывающего абонента на коммутационной станции в случаях злонамеренных вызовов.

Подадресация. Определяется полный адрес ISDN вызывающей стороны, включая подадрес.

Группа 2. Дополнительные услуги по обслуживанию вызовов

Безусловная пересылка вызова(UFU). При установлении соединения на сети ISDN все поступающие вызовы к абоненту пересылаются другому абоненту.

Пересылка вызова при занятости абонента(CFB). Процедура выполнения услуги аналогична безусловной пересылке вызова, но пересылка вызова выполняется в случае занятости вызываемого абонента.

Пересылка вызова при отсутствии ответа абонента (CFNR). Процедура выполнения услуги аналогична безусловной пересылке вызова, но пересылка вызова выполняется в случае отсутствия вызываемого абонента.

Передача вызова на другого абонента (CD). Обеспечивается механизм, при котором все вызовы, направленные к одному абоненту, автоматически передаются на другой номер. Используется в том случае, когда вызываемый абонент может перейти со своего рабочего места в другое помещение.

Группа 3. Дополнительные услуги по завершению вызова

Ожидание вызова(CW). Когда вызываемый абонент занят, он может быть извещен о новом входящем вызове.

Удержание вызова(CH). Абонент переключается на новый вызов, а затем возвращается к прерванному соединению.

Группа 4. Дополнительные услуги с множеством участников

Конференцсвязь(CONF). Множество абонентов могут быть собраны в одной конференции.

Трехсторонняя связь(3PTY). Услуга позволяет организовать конференцсвязь с тремя участниками, один из которых является организатором конференции.

Группа 5. Дополнительные услуги по общим интересам

Замкнутая группа пользователей(CUG). Позволяет группе абонентов создавать выделенную логическую сеть, в которой абоненты соединяются только между собой.

Выделенный план нумерации(PNP).Обеспечивается создание выделенного плана нумерации внутри виртуальной выделенной сети ISDN, использующей ресурсы общей сети.

Многоуровневое обслуживание с приоритетами и с прерываниями(MLPP).Обеспечивается обслуживание вызовов с приоритетами. За каждым вызовом закрепляется уровень приоритета.

Приоритетное обслуживание. Услуга позволяет обслуживать на сети вызовы с приоритетами, адресованные к заданным терминалам, в соответствии с установленным порядком выбора пути (маршрута).

Запрет исходящей связи. Членам замкнутой группы пользователей запрещается связь вне данной группы.

Группа 6. Дополнительные услуги об оплате

Обслуживание по кредитной карте (CRED). Позволяет вызывающему абоненту производить оплату с помощью кредитной карты.

Сообщение об оплате (AOC). Оплачивающая сторона может быть проинформирована о стоимости, связанной с данным вызовом.

Оплата вызываемой стороной. Обеспечивается механизм, в соответствии с которым вызывающая сторона может требовать оплаты за вызов вызванной стороной.

Группа 7. Дополнительные услуги по передаче дополнительной информации

Главной услугой здесь является сигнализация от пользователя к пользователю. Услуга позволяет передавать короткие текстовые сообщения по сети ISDN от одного терминала к другому. Набор текста производится с помощью кнопочного пульта телефонного аппарата. На принимающей стороне текст сообщения появляется на дисплее телефонного аппарата и сохраняется в памяти аппарата.

Речевая почта. Такая услуга дает возможность абонентам пользоваться индивидуальными речевыми почтовыми ящиками" для записи абонентов при входящей связи, если вызываемый абонент не отвечает на вызов или он переадресовал свои вызовы на Речевую почту.

6.9 Принципы организации связи на базе IP- протоколов (IP-телефония)

Под IP-телефонией понимают технологию по организации телефонной связи в реальном масштабе времени на любой сети с пакетной коммутацией, работающей по протоколу IP.

IP–телефония, или VoIP, – технология передачи речи по пакетной сети на базе протокола IP.

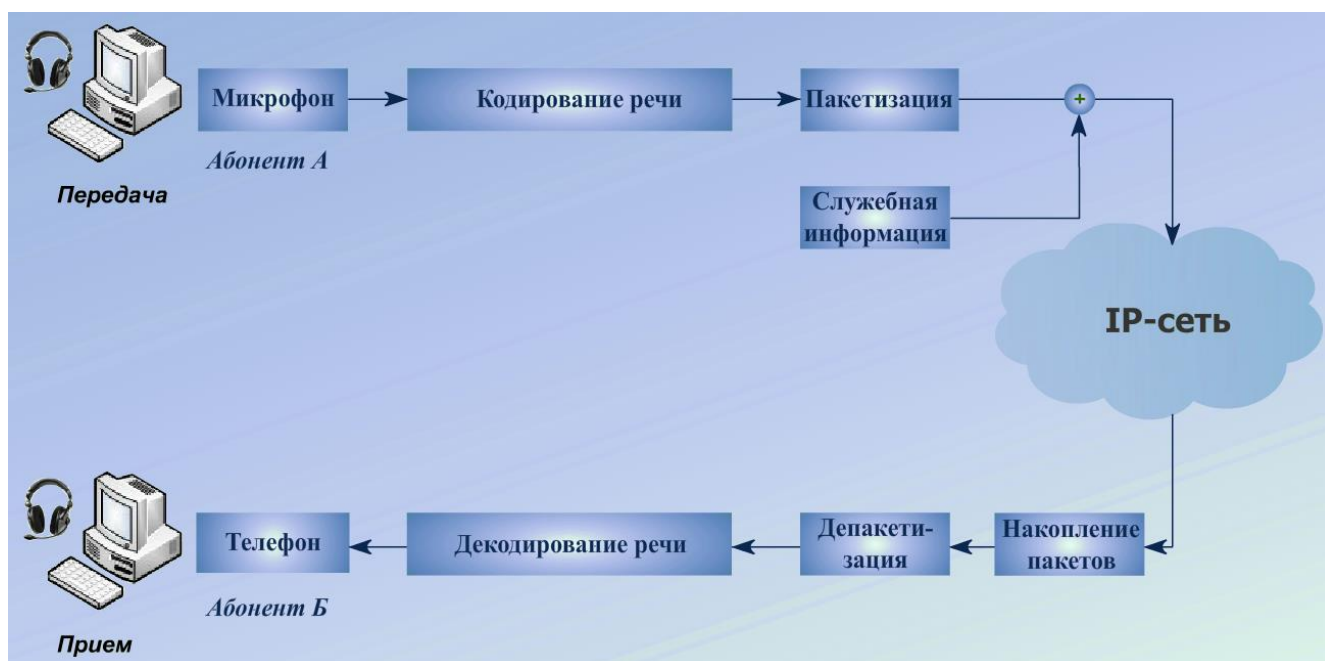


Рисунок 6.15 – Процесс передачи речи по IPсети.

Отличия сетей, построенных на базе технологии коммутации каналов, от традиционных телефонных сетей:

- стоимость передачи речи по IP сети не зависит от расстояния;

— использование IP сети для передачи речи ведет к сокращению капитальных затрат, средств для организации каналов доступа, расходов на текущее обслуживание и ремонт сети;

— используя технологию VoIP возможно передавать любой тип трафика: видео, данные.

В качестве терминала сети IP–телефонии – может использоваться любое оконечное устройство, осуществляющее преобразование пользовательских данных в пакеты IP сети и организацию двустороннего мультимедийного сеанса связи с помощью протоколов H.323 или SIP.

6.9.1 Процесс передачи речи по IP–сети

Кодирование речи. В терминале, подключенном к IP сети и оснащенном микрофоном, телефоном и программно–аппаратными средствами мультимедиа происходит кодирование речи, включающее аналого–цифровое преобразование (АЦП) аналоговых речевых сигналов от микрофона Абонента А и компрессию, с помощью устройств, называемых кодеками. Кодеки могут обеспечивать скорость передачи речи от 1.2 до 64 кбит/с.

Пакетизация и добавление служебной информации. Для формирования пакетов необходимо накопить определенный объем данных, к которым добавляется служебная информация:

- адрес получателя;
- порядковый номер пакета на случай, если будет нарушена последовательность доставки;
- дополнительные данные для коррекции ошибок.

Накопление пакетов. Извлечение переданной голосовой информации из полученных пакетов также происходит в несколько этапов.

Когда голосовые пакеты приходят на терминал получателя, то сначала проверяется порядок следования пакетов. Поскольку стек протоколов IP/UDP оказывает услугу передачи пакетов без установления соединения, пакеты со

старшими порядковыми номерами могут прийти раньше, более того, интервал времени между пакетами также может колебаться. Для восстановления исходной последовательности и выравнивания интервалов между принятыми пакетами происходит накопление пакетов.

Депакетизация. Удаляются все заголовки пакетов и служебная информация.

Декодирование речи. Осуществляется декодирование речи: подавление эха, генерация комфортного шума, полученная последовательность данных декомпрессируется, после чего речевые сигналы снова преобразуются в аналоговую форму с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП) и попадают в телефон абонента Б.

Для обычного соединения между двумя абонентами системы IP–телефонии на каждом конце одновременно реализуют как функции передачи, так и функции приема.

В случае если в процессе телефонного соединения участвуют две сети (сеть с КК и сеть с КП), преобразование пакетов в сигнал TDM осуществляется в оборудовании медиа шлюза. Причем функция «декодирования» в этом случае не осуществляет цифроаналогового преобразования.



Рисунок 6.16 – Сценарий IP–телефонии «компьютер–компьютер»

Тип вызова «компьютер–компьютер» реализуется на базе стандартных компьютеров, оснащенных средствами мультимедиа и являющихся терминалами сети Интернет.

Соединение устанавливается через IP–сеть между двумя мультимедийными компьютерами, оборудованными аппаратными и программными средствами для работы с IP–телефонией.

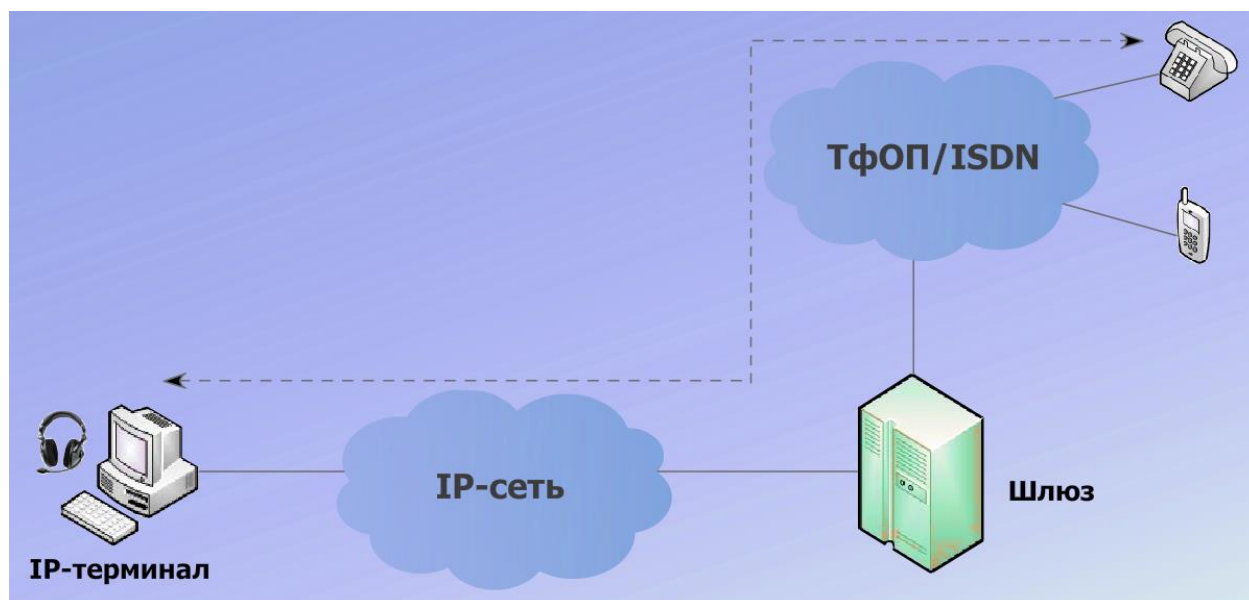


Рисунок 6.17 – Сценарий IP–телефонии «компьютер–телефон»

В сценарии «компьютер–телефон» соединение устанавливается между пользователем IP–сети и пользователем ТфОП, или любой другой сети, предоставляющей услуги телефонной связи с использованием технологии коммутации каналов.

Соединение устанавливается между мультимедийным компьютером, имеющем программно–аппаратное обеспечение IP–телефонии, подключенного в качестве терминала к сети Интернет, и абонентом телефонной сети. Для преобразования пользовательской информации, передаваемой по IP–сети в виде пакетов RTP/UDP/IP, и сигнальной информации в технологии сети с коммутацией каналов используется шлюз. При установлении соединения между компьютером и телефоном используется нумерация телефонной сети (Е.164).

Сценарий «телефон–компьютер» находит применение разных справочно–информационных службах Интернета, в службах сбыта товаров или в службах технической поддержки.

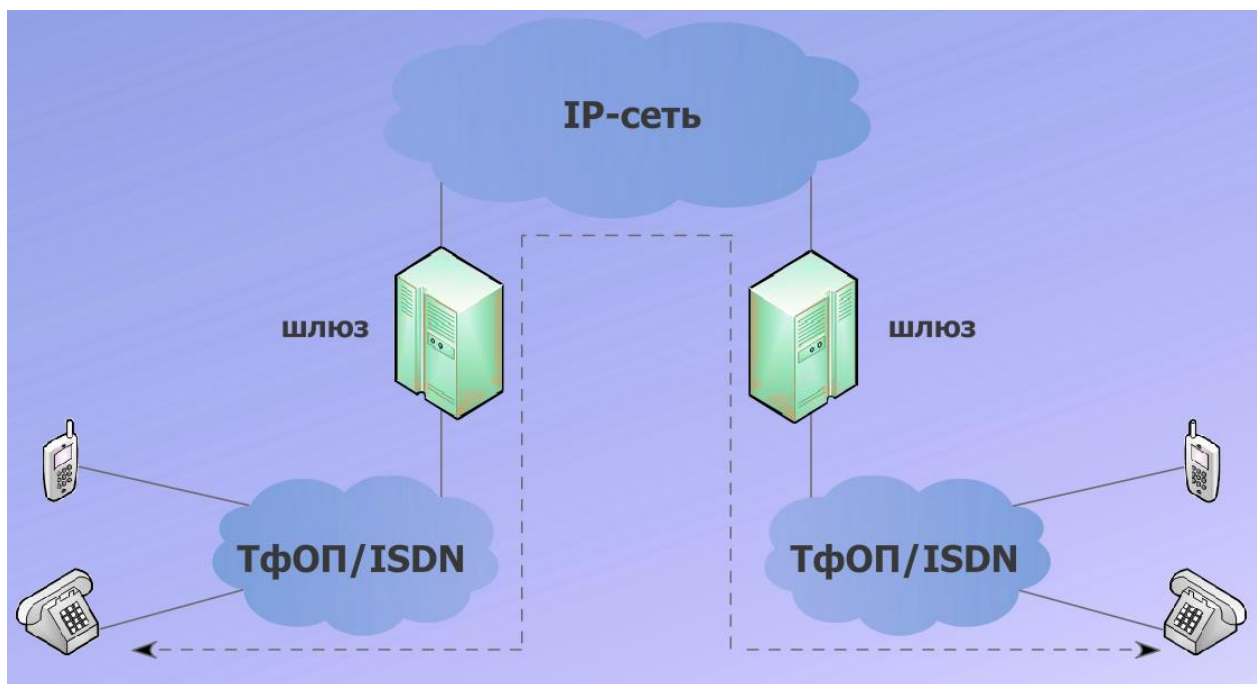


Рисунок 6.18 – Сценарий IP-телефонии «телефон–телефон»

В сценарии «телефон-телефон» вызов идет с обычного телефонного аппарата к АТС, далее через шлюз IP-телефонии, и через IP-сеть доходит до другого шлюза, который осуществляет обратные преобразования. Сценарий используется, например, когда функции магистральной междугородной/международной сети реализуются с помощью IP технологий, а также при переходе телефонной сети с технологии коммутацией каналов к коммутации пакетов (технология Softswitch).

6.10 Основы технологии TCP/IP

Стек протоколов TCP/IP — набор сетевых протоколов передачи данных, используемых в сетях, включая сеть Интернет. Название TCP/IP происходит из двух наиважнейших протоколов семейства — TransmissionControlProtocol (TCP) и InternetProtocol (IP), которые были разработаны и описаны первыми в данном стандарте.

Уровни протоколов TCP/IP расположены по принципу стека— это означает, что протокол, располагающийся на уровне выше, работает «поверх» нижнего,

используя механизмы инкапсуляции. Например, протокол TCP работает поверх протокола IP.

Стек протоколов TCP/IP включает в себя четыре уровня.

Таблица 6.2 - Стек протоколов TCP/IP.

Прикладной уровень (Application layer)	FTP, Telnet, HTTP, SMTP, SNMP, TFTP
Транспортный уровень (Transport layer)	TCP, UDP
Сетевой уровень (Internet layer)	IP, ICMP, RIP, OSPF
Канальный уровень (Link layer)	Не регламентируется

Протоколы этих уровней полностью реализуют функциональные возможности модели OSI. На стеке протоколов TCP/IP построено всё взаимодействие пользователей в IP-сетях. Стек является независимым от физической среды передачи данных, благодаря чему, в частности, обеспечивается полностью прозрачное взаимодействие между проводными и беспроводными сетями.

Прикладной уровень стека TCP/IP соответствует трем верхним уровням модели OSI: прикладному, представления и сеансовому. Он объединяет сервисы, предоставляемые системой пользовательским приложениям. За долгие годы применения в сетях различных стран и организаций стек TCP/IP накопил большое количество протоколов и служб прикладного уровня. К ним относятся такие распространенные протоколы, как протокол передачи файлов (FileTransferProtocol, FTP), протокол эмуляции терминала telnet, простой протокол передачи почты (SimpleMailTransferProtocol, SMTP), протокол передачи гипертекста (HyperTextTransferProtocol, HTTP) и многие другие. Протоколы прикладного уровня развертываются на хостах.

Транспортный уровень стека TCP/IP может предоставлять вышележащему уровню два типа сервиса:

- гарантированную доставку обеспечивает протокол управления передачей (TransmissionControlProtocol, TCP);

- доставку по возможности, или с максимальными усилиями, обеспечивает протокол пользовательских дейтаграмм (UserDatagramProtocol, UDP).

Для того чтобы обеспечить надежную доставку данных, протокол TCP предусматривает установление логического соединения, что позволяет ему нумеровать пакеты, подтверждать их прием квитанциями, в случае потери организовывать повторные передачи, распознавать и уничтожать дубликаты, доставлять прикладному уровню пакеты в том порядке, в котором они были отправлены. Благодаря этому протоколу объекты на хосте-отправителе и хосте-получателе могут поддерживать обмен данными в дуплексном режиме. TCP дает возможность без ошибок доставить сформированный на одном из компьютеров поток байтов на любой другой компьютер, входящий в составную сеть.

Второй протокол этого уровня, UDP, является простейшим дейтаграммным протоколом, который используется тогда, когда задача надежного обмена данными либо вообще не ставится, либо решается средствами более высокого уровня — прикладным уровнем или пользовательскими приложениями.

В функции протоколов TCP и UDP входит также исполнение роли связующего звена между прилегающими к транспортному уровню прикладным и сетевым уровнями. От прикладного протокола транспортный уровень принимает задание на передачу данных с тем или иным качеством прикладному уровню-получателю. Нижележащий сетевой уровень протоколы TCP и UDP рассматривают как своего рода инструмент, не очень надежный, но способный перемещать пакет в свободном и рискованном путешествии по составной сети.

Программные модули, реализующие протоколы TCP и UDP подобно модулям протоколов прикладного уровня, устанавливаются на хостах.

Сетевой уровень, называемый также **уровнем Интернета**, является стержнем всей архитектуры TCP/IP. Именно этот уровень, функции которого соответствуют

сетевому уровню модели OSI, обеспечивает перемещение пакетов в пределах составной сети, образованной объединением нескольких подсетей. Протоколы сетевого уровня поддерживают интерфейс с вышележащим транспортным уровнем, получая от него запросы на передачу данных по составной сети, а также с нижележащим уровнем сетевых интерфейсов, о функциях которого мы расскажем далее.

Основным протоколом сетевого уровня является межсетевой протокол (InternetProtocol, IP). В его задачу входит продвижение пакета между сетями — от одного маршрутизатора к другому до тех пор, пока пакет не попадет в сеть назначения. В отличие от протоколов прикладного и транспортного уровней, протокол IP разветвляется не только на хостах, но и на всех маршрутизаторах (шлюзах). Протокол IP — это дейтаграммный протокол, работающий без установления соединений по принципу доставки с максимальными усилиями. Такой тип сетевого сервиса называют также «ненадежным».

К сетевому уровню TCP/IP часто относят протоколы, выполняющие вспомогательные функции по отношению к IP. Это, прежде всего, протоколы маршрутизации RИP и OSPF, предназначенные для изучения топологии сети, определения маршрутов и составления таблиц маршрутизации, на основании которых протокол IP перемещает пакеты в нужном направлении. По этой же причине к сетевому уровню могут быть отнесены протокол межсетевых управляющих сообщений (InternetControlMessageProtocol, ICMP), предназначенный для передачи маршрутизатором источнику сведений об ошибках, возникших при передаче пакета, и некоторые другие протоколы.

Идеологическим отличием архитектуры стека TCP/IP от многоуровневой архитектуры других стеков является интерпретация функций самого нижнего уровня — **уровня сетевых интерфейсов**.

Напомним, что нижние уровни модели OSI (канальный и физический) реализуют множество функций доступа к среде передачи, формированию кадров, согласованию величин электрических сигналов, кодированию и синхронизации, а

также некоторые другие. Все эти весьма конкретные функции составляют суть таких протоколов обмена данными, как Ethernet, PPP и многих других.

У нижнего уровня стека TCP/IP задача существенно проще — он отвечает только за организацию взаимодействия с подсетями разных технологий, входящими в составную сеть. TCP/IP рассматривает любую подсеть, входящую в составную сеть, как средство транспортировки пакетов между двумя соседними маршрутизаторами.

Задачу организации интерфейса между технологией TCP/IP и любой другой технологией промежуточной сети упрощенно можно свести к двум задачам:

- упаковка (инкапсуляция) IP-пакета в единицу передаваемых данных промежуточной сети;
- преобразование сетевых адресов в адреса технологии данной промежуточной сети.

Такой гибкий подход упрощает решение проблемы расширения набора поддерживаемых технологий. При появлении новой популярной технологии она быстро включается в стек TCP/IP путем разработки соответствующего стандарта, определяющего метод инкапсуляции IP-пакетов в ее кадры (например, спецификация RFC 1577, определяющая работу протокола IP через сети ATM, появилась в 1994 году вскоре после принятия основных стандартов ATM). Так как для каждой вновь появляющейся технологии разрабатываются собственные интерфейсные средства, функции этого уровня нельзя определить раз и навсегда, и именно поэтому нижний уровень стека TCP/IP не регламентируется.

Каждый коммуникационный протокол оперирует некоторой единицей передаваемых данных. Названия этих единиц иногда закрепляются стандартом, а чаще просто определяются традицией. В стеке TCP/IP за многие годы его существования образовалась устоявшаяся терминология в этой области.

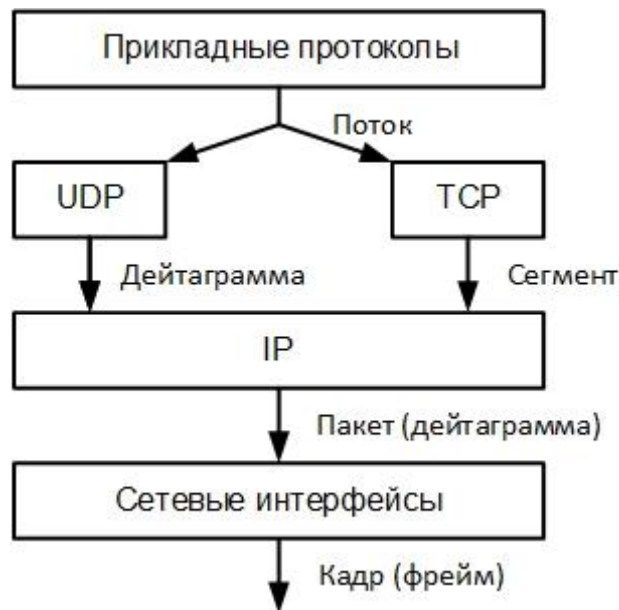


Рисунок 6.19 – Прикладные протоколы.

Потоком данных, информационным потоком, или просто потоком, называют данные, поступающие от приложений на вход протоколов транспортного уровня — **TCP** и **UDP**. Протокол **TCP** «нарезает» из потока данных **сегменты**.

Единицу данных протокола **UDP** часто называют **дейтаграммой**, или **датаграммой**. Дейтаграмма — это общее название для единиц данных, которыми оперируют протоколы без установления соединений. К таким протоколам относится и протокол **IP**, поэтому его единицу данных иногда тоже называют дейтаграммой, хотя достаточно часто используется и другой термин — **пакет**.

В стеке **TCP/IP** единицы данных любых технологий, в которые упаковываются **IP**-пакеты для их последующей передачи через сети составной сети, принято называть также кадрами, или фреймам. При этом не имеет значения, какое название используется для этой единицы данных в технологии составляющей сети. Для **TCP/IP** фреймом является и кадр **Ethernet**, и ячейка **ATM**, и пакет **X.25** в тех случаях, когда они выступают в качестве контейнера, в котором **IP**-пакет переносится через составную сеть.

6.11 Построение сетей IP-телефонии

Сеть IP-телефонии представляет собой совокупность оконечного оборудования, каналов связи и узлов коммутации. Сети IP-телефонии строятся по тому же принципу, что и сети Интернет. Однако в отличие от сетей Интернет, к сетям IP-телефонии предъявляются особые требования по обеспечению качества передачи речи. Одним из способов уменьшения времени задержки речевых пакетов в узлах коммутации является сокращение количества узлов коммутации, участвующих в соединении. Поэтому при построении крупных транспортных сетей в первую очередь организуется магистраль, которая обеспечивает транзит трафика между отдельными участками сети, а оконечное оборудование (шлюзы) включается в ближайший узел коммутации (рисунок 6.20). Оптимизация маршрута позволяет улучшить качество предоставляемых услуг. При подключении к сети других операторов их оборудование также подключается к ближайшему узлу коммутации.

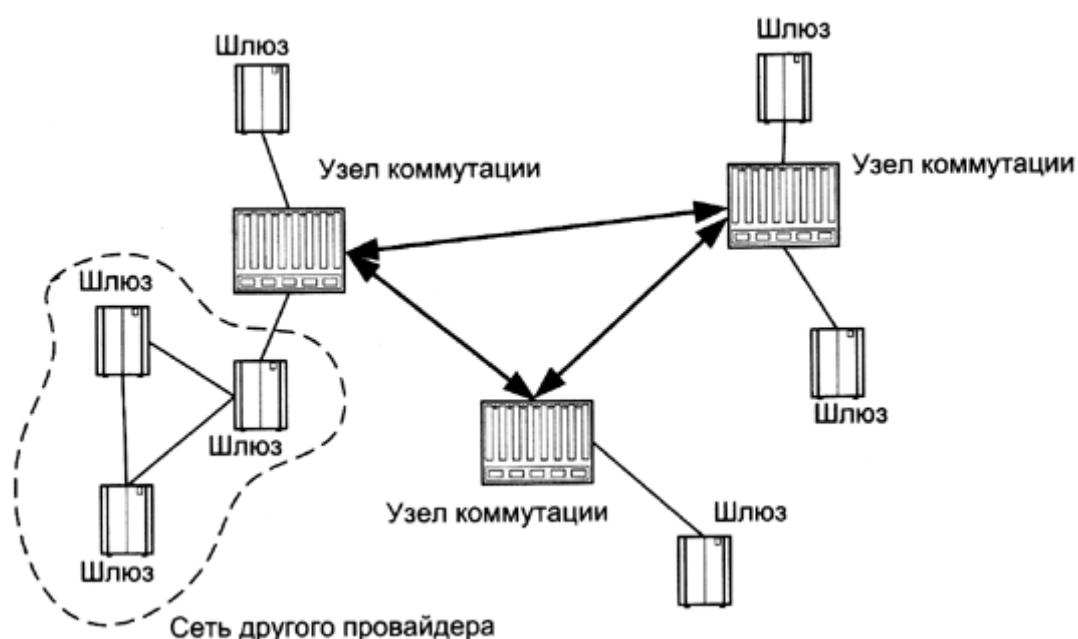


Рисунок 6.20 - Пример построения сети IP-телефонии с использованием магистральной

Для связи между устройствами внутри сети и с устройствами других сетей IP-телефонии используются выделенные каналы или сеть Интернет. По способу связи конечных устройств между собой сети IP-телефонии можно разделить на выделенные, интегрированные и смешанные.

В выделенных сетях (рисунок 6.21) связь между конечными устройствами осуществляется по выделенным каналам и пропускная способность этих каналов используется только для передачи речевых пакетов. Чаще всего провайдеры IP-телефонии не строят собственную сетевую инфраструктуру, а арендуют каналы у провайдеров первичной сети. Это позволяет уменьшить затраты на эксплуатацию сети и увеличить окупаемость вложений.

Главное преимущество выделенной сети - это высокое качество передачи речи, так как такие сети предназначены только для передачи речевого трафика. Кроме того, для обеспечения гарантированного качества предоставляемых услуг в этих сетях, кроме протокола IP, применяются и другие транспортные протоколы: ATM и Frame Relay.

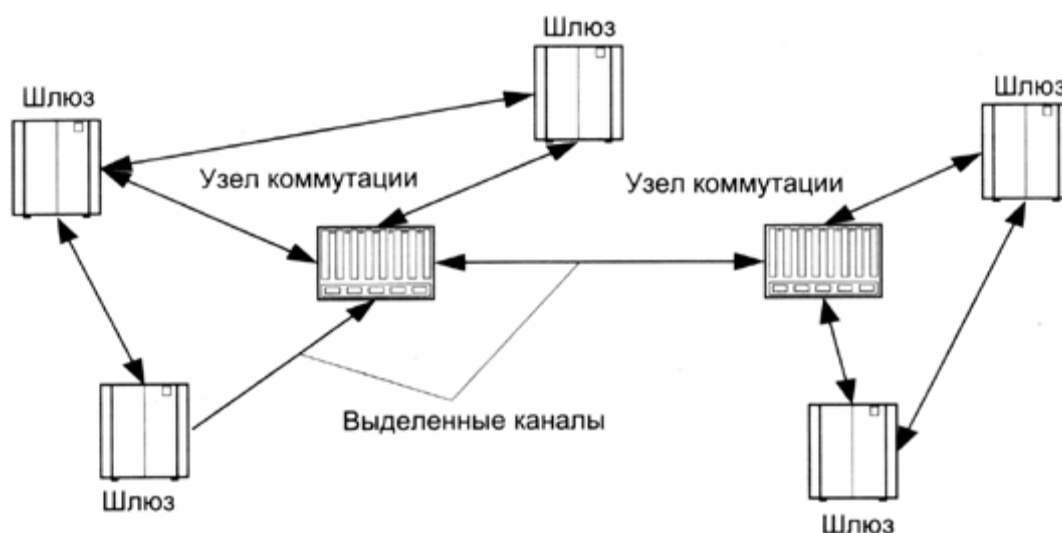


Рисунок 6.21- Пример построения выделенной сети IP-телефонии

В интегрированных сетях IP-телефонии для связи между устройствами используется глобальная сеть Интернет (рисунок 6.22). Это может быть уже

существующая собственная сеть или доступ к сети Интернет через провайдеров. Если оператор имеет собственную сеть Интернет, то для предоставления услуг IP-телефонии он лишь устанавливает дополнительное оборудование, которое обеспечивает преобразование речи в данные и наоборот, и модернизирует уже имеющееся оборудование, чтобы обеспечить качество предоставляемых услуг. Если оператор IP-телефонии пользуется услугами провайдеров Интернет, то качество услуг такой сети может быть низким, так как обычные сети Интернет не рассчитаны на передачу информации в реальном масштабе времени.

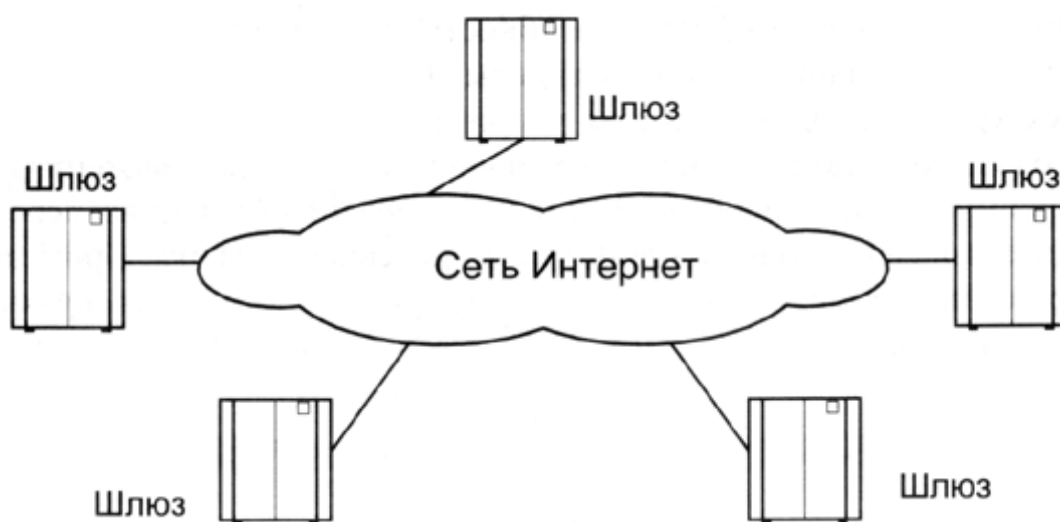


Рисунок 6.22 - Пример построения интегрированной сети IP-телефонии

По разным причинам операторы сетей IP-телефонии для объединения своих устройств в сети могут использовать выделенные каналы и сеть Интернет. Такие сети можно назвать сетями смешанного типа (рисунок 6.23). Вопрос о том, какие каналы использовать для связи устройств между собой, решается оператором индивидуально в зависимости от возможностей.

Если оператор, обычно использующий выделенные каналы, по каким-либо причинам не может арендовать канал до окончного устройства, он прибегает к услугам провайдеров Интернет. Если оператор IP-телефонии, использующий сеть Интернет, не имеет возможности получить доступ в Интернет в конкретной точке,

или качество услуг через сеть Интернет очень низкое, то для подключения оконечного устройства к сети используется выделенный канал. К построению сети по смешанному типу прибегают редко, только когда нет другого варианта. Чаще всего, таким способом более крупные операторы подключают к себе более мелких операторов.

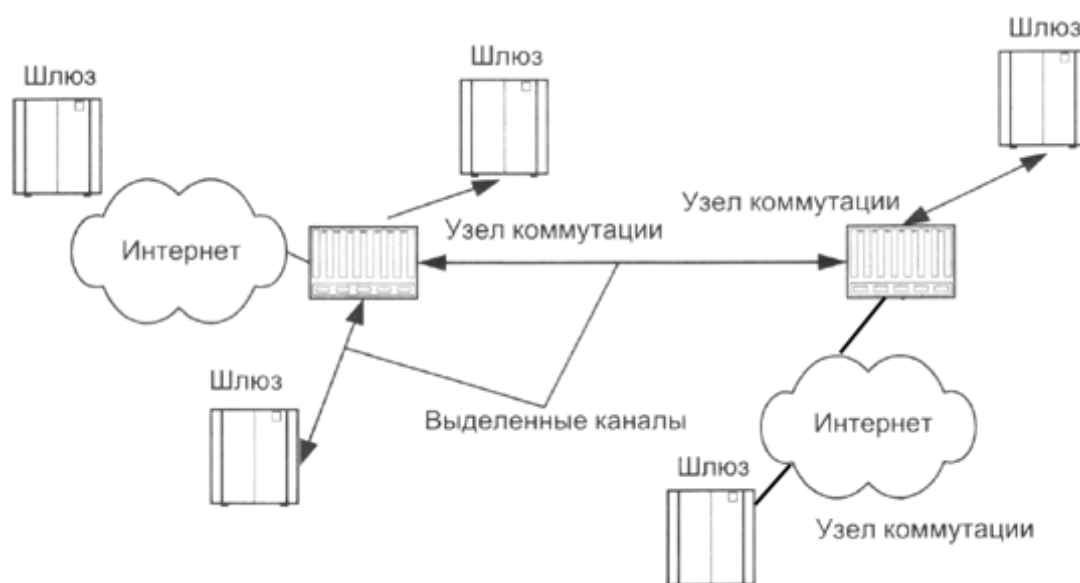


Рисунок 6.23 - Пример построения смешанной сети IP-телефонии

6.12 Адресация в IP-сетях

Типы адресов стека TCP/IP. Для идентификации сетевых интерфейсов используются три типа адресов:

- локальные (аппаратные) адреса;
- сетевые адреса (IP-адреса);
- символьные (доменные) имена.
- локальные адреса

В большинстве технологий LAN (Ethernet, FDDI, TokenRing) для однозначной адресации интерфейсов используются MAC-адреса. Существует немало технологий

(X.25, ATM, framerelay), в которых применяются другие схемы адресации. Роль, которую играют эти адреса в TCP/IP, не зависит от того, какая именно технология используется в подсети, поэтому они имеют общее название — локальные (аппаратные) адреса.

Слово «локальный» в контексте TCP/IP означает «действующий не во всей составной сети, а лишь в пределах подсети». Именно в таком смысле понимаются здесь термины: «локальная технология» (технология, на основе которой построена подсеть) и «локальный адрес» (адрес, который используется некоторой локальной технологией для адресации узлов в пределах подсети). Напомним, что в качестве подсети («локальной сети») может выступать сеть, построенная как на основе локальной технологии, например, Ethernet, FDDI, так и на основе глобальной технологии, например, X.25, FrameRelay. Следовательно, говоря о подсети, мы используем слово «локальная» не как характеристику технологии, на которой построена эта подсеть, а как указание на роль, которую играет эта подсеть в архитектуре составной сети.

Сложности могут возникнуть и при интерпретации определения «аппаратный». В данном случае термин «аппаратный» подчеркивает концептуальное представление разработчиков стека TCP/IP о подсети как о некотором вспомогательном аппаратном средстве, единственной функцией которого является перемещение IP-пакета через подсеть до ближайшего шлюза (маршрутизатора). И не важно, что реально нижележащая локальная технология может быть достаточно сложной, все ее сложности технологией TCP/IP игнорируются.

Рассмотрим, например, случай, когда в составную сеть TCP/IP входит сеть IPX/SPX. Последняя сама может быть разделена на подсети, и так же как IP-сеть, она идентифицирует свои узлы аппаратными и сетевыми IPX-адресами. Но технология TCP/IP игнорирует многоуровневое строение сети IPX/SPX и рассматривает в качестве локальных адресов узлов подсети IPX/SPX адреса сетевого уровня данной технологии (IPX-адреса). Аналогично, если в составную сеть

включена сеть X.25, то локальными адресами узлов этой сети для протокола IP будут соответственно адреса X.25.

Сетевые IP-адреса. Чтобы технология TCP/IP могла решать свою задачу объединения сетей, ей необходима собственная глобальная система адресации, не зависящая от способов адресации узлов в отдельных сетях. Эта система адресации должна позволять универсальным и однозначным способом идентифицировать любой интерфейс составной сети. Очевидным решением является уникальная нумерация всех сетей составной сети, а затем нумерация всех узлов в пределах каждой из этих сетей. Пара, состоящая из номера сети и номера узла, отвечает поставленным условиям и может являться сетевым адресом.

В качестве номера узла может выступать либо локальный адрес этого узла (такая схема принята в стеке IPX/SPX), либо некоторое число, никак не связанное с локальной технологией и однозначно идентифицирующее узел в пределах данной подсети. В первом случае сетевой адрес становится зависимым от локальных технологий, что ограничивает его применение. Например, сетевые адреса IPX/SPX рассчитаны на работу в составных сетях, объединяющих сети, в которых используются только MAC-адреса или адреса аналогичного формата. Второй подход более универсален, он характерен для стека TCP/IP.

В технологии TCP/IP сетевой адрес называют IP-адресом.

Если рассматривать IP-сеть, то можно отметить, что маршрутизатор по определению входит сразу в несколько сетей, следовательно, каждый его интерфейс имеет собственный IP-адрес. Конечный узел также может входить в несколько IP-сетей. В этом случае компьютер должен иметь несколько IP-адресов — по числу сетевых связей. Таким образом, IP-адрес идентифицирует не отдельный компьютер или маршрутизатор, а одно сетевое соединение.

Каждый раз, когда пакет направляется адресату через составную сеть, в его заголовке указывается IP-адрес узла назначения. По номеру сети назначения каждый очередной маршрутизатор находит IP-адрес следующего маршрутизатора. Перед тем как отправить пакет в следующую сеть, маршрутизатор должен определить на основании найденного IP-адреса следующего маршрутизатора его локальный адрес.

Для этой цели протокол IP, как показано на рисунке, обращается к протоколу разрешения адресов (ARP).

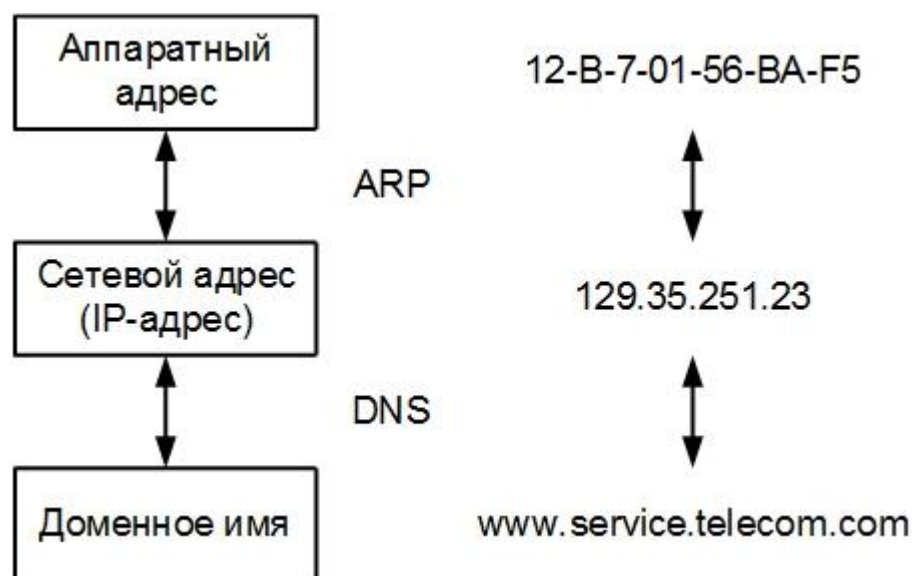


Рисунок 6.24– Обращение к протоколу разрешения адресов.

Доменные имена. Для идентификации компьютеров аппаратное и программное обеспечение в сетях TCP/ IP полагается на IP-адреса. Например, команда <ftp://192.45.66.17> будет устанавливать сеанс связи с нужным ftp-сервером, а команда <http://203.23.106.33> откроет начальную страницу на корпоративном веб-сервере. Однако пользователи обычно предпочитают работать с более удобными **символьными именами** компьютеров.

Символьные идентификаторы сетевых интерфейсов в пределах составной сети строятся по иерархическому принципу. Составляющие полного символьного (или доменного) имени в IP-сетях разделяются точкой. Перечисляются в следующем порядке:

- сначала простое имя хоста,
- затем имя группы хостов (например, имя организации),
- потом имя более крупной группы (домена)
- и так до имени домена самого высокого уровня.

Например, домена объединяющего организации по географическому принципу: RU— Россия, UK— Великобритания, US— США. Примером доменного имени может служить имя base2.sales.zil.ru.

Между **доменным именем** и IP-адресом узла нет никакой функциональной зависимости, поэтому единственный способ установления соответствия — это таблица. В сетях TCP/IP используется специальная **система доменных имен** (DomainNameSystem, DNS), которая устанавливает это соответствие на основании создаваемых администраторами сети таблиц соответствия. Поэтому доменные имена называют также **DNS-именами**.

В общем случае сетевой интерфейс может иметь несколько локальных адресов, сетевых адресов и доменных имен.

Формат IP-адреса. В заголовке IP-пакета для хранения IP-адресов отправителя и получателя отводятся два поля, каждое имеет фиксированную длину 4 байта (32 бита). IP-адрес состоит из двух логических частей — **номера сети и номера узла в сети**.

Наиболее распространенной формой представления IP-адреса является запись в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками, например:

128.10.2.30

Этот же адрес может быть представлен в двоичном формате:

10000000000010100000001000011110

А также в шестнадцатеричном формате:

80.0A.02.1D

Заметим, что запись адреса не предусматривает **специального разграничительного знака** между номером сети и номером узла. Вместе с тем при передаче пакета по сети часто возникает необходимость разделить адрес на эти две части. Например, маршрутизация, как правило, осуществляется на основании номера сети, поэтому каждый маршрутизатор, получая пакет, должен прочесть из соответствующего поля заголовка адрес назначения и выделить из него номер сети.

Каким образом маршрутизаторы определяют, какая часть из 32 бит, отведенных под IP-адрес, относится к номеру сети, а какая — к номеру узла?

Можно предложить несколько вариантов решения этой проблемы.

— Простейший из них состоит в использовании **фиксированной границы**.

При этом все 32-битное поле адреса заранее делится на две части не обязательно равной, но фиксированной длины, в одной из которых всегда будет размещаться номер сети, в другой — номер узла. Решение очень простое, но хорошее ли? Поскольку поле, которое отводится для хранения номера узла, имеет фиксированную длину, все сети будут иметь одинаковое максимальное число узлов. Если, например, под номер сети отвести один первый байт, то все адресное пространство распадется на сравнительно небольшое (2^8) число сетей огромного размера (2^{24} узлов). Если границу передвинуть дальше вправо, то сетей станет больше, но все равно все они будут одинакового размера. Очевидно, что такой жесткий подход не позволяет дифференцированно удовлетворять потребности отдельных предприятий и организаций. Именно поэтому он не нашел применения, хотя и использовался на начальном этапе существования технологии TCP/IP (RFC760).

— Второй подход (RFC950, RFC1518) основан на использовании *маски*, которая позволяет максимально гибко устанавливать границу между номером сети и номером узла. При таком подходе адресное пространство можно использовать для создания множества сетей разного размера.

— Маска — это число, применяемое в паре с IP-адресом, причем двоичная запись маски содержит непрерывную последовательность единиц в тех разрядах, которые должны в IP-адресе интерпретироваться как номер сети. Граница между последовательностями единиц и нулей в маске соответствует границе между номером сети и номером узла в IP-адресе.

— И, наконец, способ, основанный на **классах адресов** (RFC791). Этот способ представляет собой компромисс по отношению к двум предыдущим: размеры сетей хотя и не могут быть произвольными, как при использовании масок, но и не должны быть одинаковыми, как при установлении фиксированных границ.

Вводится пять классов адресов: А, В, С, D, E. Три из них — А, В и С — предназначены для адресации сетей, а два — D и E — имеют специальное назначение. Для каждого класса сетевых адресов определено собственное положение границы между номером сети и номером узла.

Классы IP-адресов. Признаком, на основании которого IP-адрес относят к тому или иному классу, являются значения нескольких первых битов адреса.

Таблица 6.3 – Классы IP-адресов

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов
A	0	1.0.0.0 (0 — не используется)	126.0.0.0 (127 — не используется)	2^{24} , поле 3 байта
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16} , поле 2 байта
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	2^8 , поле 1 байт
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Групповые адреса
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервировано

К **классу А** относится адрес, в котором старший бит имеет значение 0. В адресах класса А под идентификатор сети отводится 1 байт, а остальные 3 байта интерпретируются как номер узла в сети. Сети, все IP-адреса которых имеют значение первого байта в диапазоне от 1 (00000001) до 126 (01111110), называются сетями класса А. Значение 0 (00000000) первого байта не используется, а значение 127 (01111111) зарезервировано для специальных целей (см. далее). Сетей класса А сравнительно немного, зато количество узлов в них может достигать 224, то есть 16 777 216 узлов.

К **классу В** относятся все адреса, старшие два бита которых имеют значение 10. В адресах класса В под номер сети и под номер узла отводится по 2 байта. Сети, значения первых двух байтов адресов которых находятся в диапазоне от 128.0 (10000000 00000000) до 191.255 (10111111 11111111), называются сетями класса В. Ясно, что сетей класса В больше, чем сетей класса А, а размеры их меньше. Максимальное количество узлов в сетях класса В составляет 2^{16} (65 536).

К **классу С** относятся все адреса, старшие три бита которых имеют значение 110. В адресах класса С под номер сети отводится 3 байта, а под номер узла — 1 байт. Сети, старшие три байта которых находятся в диапазоне от 192.0.0 (11000000 00000000 00000000) до 223.255.255 (11011111 11111111 11111111), называются сетями класса С. Сети класса С наиболее распространены, и наименьшее максимальное число узлов в них равно 28 (256).

Если адрес начинается с последовательности 1110, то он является адресом **класса Ди** обозначает особый **групповой адрес**(multicastaddress). В то время как адреса классов А, В и С служат для идентификации отдельных сетевых интерфейсов, то есть являются **индивидуальными адресами**(unicastaddress), групповой адрес идентифицирует группу сетевых интерфейсов, которые в общем случае могут принадлежать разным сетям. Интерфейс, входящий в группу, получает наряду с обычным индивидуальным IP-адресом еще один групповой адрес. Если при отправке пакета в качестве адреса назначения указан адрес класса D, то такой пакет должен быть доставлен всем узлам, которые входят в группу.

Если адрес начинается с последовательности 11110, то это значит, что данный адрес относится к **классу Е**. Адреса этого класса зарезервированы для будущих применений.

Чтобы получить из IP-адреса номер сети и номер узла, требуется не только разделить адрес на две соответствующие части, но и дополнить каждую из них нулями до полных 4 байт. Возьмем, например, адрес класса В 129.64.134.5. Первые два байта идентифицируют сеть, а последующие два — узел. Таким образом, номером сети является адрес 129.64.0.0, а номером узла — адрес 0.0.134.5.

Особые IP-адреса. В TCP/IP существуют ограничения при назначении IP-адресов, а именно номера сетей и номера узлов **не могут состоять из одних двоичных нулей или единиц**. Отсюда следует, что максимальное количество узлов, приведенное в таблице для сетей каждого класса, должно быть уменьшено на 2. Например, в адресах класса С под номер узла отводится 8 бит, которые позволяют задать 256 номеров: от 0 до 255. Однако в действительности максимальное число узлов в сети класса С не может превышать 254, так как адреса 0 и 255 запрещены

для адресации сетевых интерфейсов. Из этих же соображений следует, что конечный узел может иметь адрес типа 98.255.255.255, поскольку номер узла в этом адресе класса А состоит из одних двоичных единиц.

Итак, некоторые IP-адреса интерпретируются особым образом:

— Если IP-адрес состоит только из двоичных нулей, то он называется **неопределенным адресом** и обозначает адрес того узла, который сгенерировал этот пакет. Адрес такого вида в особых случаях помещается в заголовок IP-пакета в поле адреса отправителя.

— Если в поле номера сети стоят только нули, то по умолчанию считается, что узел назначения принадлежит той же самой сети, что и узел, который отправил пакет. Такой адрес также может быть использован только в качестве адреса отправителя.

— Если все двоичные разряды IP-адреса равны 1, то пакет с таким адресом назначения должен рассылаться всем узлам, находящимся в той же сети, что и источник этого пакета. Такой адрес называется **ограниченным широковещательным** (limitedbroadcast). Ограниченность в данном случае означает, что пакет не выйдет за границы данной сети ни при каких условиях.

— Если в поле адреса назначения в разрядах, соответствующих номеру узла, стоят только единицы, то пакет, имеющий такой адрес, рассылается *всем* узлам сети, номер которой указан в адресе назначения. Например, пакет с адресом 192.190.21.255 будет направлен всем узлам сети 192.190.21.0. Такой тип адреса называется **широковещательным** (broadcast).

В протоколе IP нет понятия широковещания в том смысле, в котором оно используется в протоколах канального уровня локальных сетей, когда данные должны быть доставлены абсолютно всем узлам сети. Как ограниченный, так и обычный варианты широковещательной рассылки имеют пределы распространения в составной сети: они ограничены либо сетью, которой принадлежит источник пакета, либо сетью, номер которой указан в адресе назначения. Поэтому деление сети с помощью маршрутизаторов на части локализует широковещательный шторм

пределами одной из подсетей просто потому, что нет способа адресовать пакет одновременно всем узлам всех сетей составной сети.

Особый смысл имеет IP-адрес, первый октет которого равен 127. Этот адрес является внутренним адресом стека протоколов компьютера (или маршрутизатора). Он используется для тестирования программ, а также для организации работы клиентской и серверной частей приложения, установленных на одном компьютере. Обе программные части данного приложения спроектированы в расчете на то, что они будут обмениваться сообщениями по сети. Но какой же IP-адрес они должны использовать для этого? Адрес сетевого интерфейса компьютера, на котором они установлены? Но это приводит к избыточным передачам пакетов в сеть. Экономичным решением является применение внутреннего адреса 127.0.0.0. В IP-сети запрещается присваивать сетевым интерфейсам IP-адреса, начинающиеся со значения 127. Когда программа посылает данные по IP-адресу 127.x.x.x, то данные не передаются в сеть, а возвращаются модулям верхнего уровня того же компьютера как только что принятые. Маршрут перемещения данных образует «петлю», поэтому этот адрес называется **адресом обратной петли** (loopback).

Уже упоминавшиеся групповые адреса, относящиеся к классу D, предназначены для экономичного распространения в Интернете или большой корпоративной сети аудио- или видеопрограмм, адресованных сразу большой аудитории слушателей или зрителей. Если групповой адрес помещен в поле адреса назначения IP-пакета, то данный пакет должен быть доставлен сразу нескольким узлам, которые образуют группу с номером, указанным в поле адреса. Один и тот же узел может входить в несколько групп. В общем случае члены группы могут распределяться по различным сетям, находящимся друг от друга на произвольно большом расстоянии. Групповой адрес не делится на номера сети и узла и обрабатывается маршрутизатором особым образом. Основное назначение групповых адресов — распространение информации по схеме «один ко многим». От того, найдут групповые адреса широкое применение (сейчас их используют в основном небольшие экспериментальные «островки» в Интернете), зависит, сможет ли Интернет создать серьезную конкуренцию радио и телевидению.

6.13 Виды соединений в сети IP-телефонии

Голосовая связь через IP-сеть может осуществляться различными способами:

Компьютер и компьютер - самый ранний и простой способ IP-телефонии. Для его реализации необходимы два компьютера со звуковыми картами, системами ввода-вывода звуковой информации (колонки, микрофон).

Компьютер и телефон. При этом абонентам необходимо иметь, с одной стороны, Компьютер со звуковой картой и системой ввода-вывода звука, специальный IP-фон или телефонный IP-шлюз, а с другой обычный телефон, находящийся в любой точке планеты. При таком наборе технических средств абонентам проще пользоваться услугой, чем в первом случае.

Телефон и телефон. При этом абоненту не нужно никакого специального оборудования только обычный телефон. Качество связи сопоставимо с качеством при обычном телефонном разговоре, т.к. компанией используются выделенные каналы связи

«WEB - телефон». Еще одна новая услуга, которую предоставляют провайдеры IP-телефонии – это звонок с Вэб-сайта или Surf&Call – решение в области веб-телефонии для коммерческих сайтов или службы поддержки, позволяющее осуществлять вызов, выбрав со страницы Интернет ссылку на имя вызываемого абонента. Это решение направлено, прежде всего, на расширение возможностей электронной коммерции. Surf&Call позволяет пользователям Интернет напрямую поговорить, например, с торговым представителем либо со специалистом технической поддержки интересующей его фирмы. Установление телефонного соединения происходит при нажатии курсором на ссылку, представляющую собой, например, название компании, имя вызываемого абонента и т. д. на странице Интернет. При этом пользователю не требуется вторая телефонная линия или прерывание работы в Интернет, необходимо лишь загрузить небольшое клиентское программное обеспечение, которое обычно можно найти на той же WEB-странице, и которое устанавливается автоматически. С другой стороны Surf&Call позволяет представителям компаний отвечать на вопросы,

демонстрировать WEB-страницы, передавать необходимую информацию, улучшая тем самым качество предоставляемых услуг.

Преимущества:

- не потребуется выход на международную АТС, так как звоните на местный телефон доступа;
- гарантированная конфиденциальность, т.к. весь сеанс разговора будет кодирован в пакеты и передача пакетов будет производится независимо друг от друга, то такую передачу просто невозможно перехватить;
- в любой момент возможно узнать остаток средств на счете и полную детализацию звонков в своей статистике;
- можно звонить из дома, офиса и не заботиться о счетах за разговоры и их оплате;
- решение проблемы занятой линии;
- совмещенный доступ в Интернет. Голосовые данные, факсимильные сообщения передаются с использованием IP - основного набора протоколов Интернет, данное решение само собой подразумевает доступ к ресурсам Сети и очевидная экономия на аренду линий связи и оплату услуг;
- использование IP-телефонии позволяет достигнуть значительной экономии на услугах международной и междугородной связи из-за низких тарифов. При этом качество связи будет отличное.

6.14 Качество передачи речи в сети IP-телефонии

Разработчики IP-протокола изначально предполагали использовать его для обмена данными, а не для голосовой связи в режиме реального времени. Поэтому пакеты одного и того же информационного потока маршрутизируются независимо друг от друга и время их обработки в узлах имеет широкий разброс. При пиковой загрузке каналов связи нет гарантии, что голосовые пакеты не будут простаивать в очередях или получают более высокий приоритет по сравнению с менее чувствительными к задержкам данными. Для разрешения данной проблемы в IP-

сетях используются механизмы, гарантирующие необходимый уровень качества обслуживания (Quality of Service — QoS). В настоящий момент существует три основных подхода к обеспечению необходимого уровня обслуживания в режиме реального времени. Это резервирование ресурсов, т. е. когда на время сеанса резервируются необходимые для работы приложения ресурсы; приоритизация трафика, или разделение его на классы с последующей приоритизацией порядка обслуживания; и перемаршрутизация, т. е. перевод трафика на резервный маршрут при перегрузках сети.

Если раньше провайдеры услуг VoIP в основном боролись за корпоративный сегмент рынка, то сейчас IP-телефония приходит в обычные квартиры. При этом задача предоставления услуг качественной голосовой связи сохраняет свою актуальность. Подключиться к Интернету и совершать звонки через сеть можно следующими путями:

- через оператора связи, который, помимо доступа в Интернет, имеет собственную IP-АТС и оказывает VoIP-услуги своим абонентам;
- через провайдера, предоставляющего только Интернет-доступ, а услуги голосовой связи оказываются на IP-АТС другой организации.

В первом случае услуги как доступа в Интернет, так и IP-телефонии пользователям предоставляются одной и той же компанией, в сети которой могут использоваться методы обеспечения и контроля QoS — в частности, приоритизация трафика. При осуществлении входящих или исходящих вызовов соглашение об уровне обслуживания (SLA) будет действовать не только на стыке операторских сетей и внутри транспортной сети Интернет-провайдера, но и на «последней миле», от IP-АТС до терминала абонента. В данной ситуации можно обеспечить приемлемое качество голосовой связи даже на относительно низких скоростях доступа в сеть. Тем не менее стоит отметить, что нарушение оговоренного качества, несмотря на поддержку QoS, иногда обуславливается коллизиями на «последней миле» у определенных абонентов. Скажем, снижение качества на DSL-линии может быть связано с сезонным «промоканием канала связи»; на соединения с

использованием радиотехнологий Wi-Fi или WiMax могут оказать влияние интерференция или посторонние радиопомехи.

Во втором случае, когда пользователь подключен к сети провайдера Интернет-услуг для работы с IP-АТС стороннего оператора IP-телефонии, все данные реального времени (RTP-трафик, Real-timeTransportProtocol) будут маршрутизироваться аналогично другим типам потоков данных, не критичным к задержкам и потерям (HTTP, FTP). Многообразие технологий обеспечения качества сервиса, несогласованность параметров QoS между операторами связи и отсутствие единства в реализациях протоколов у разных производителей оборудования не позволяют гарантировать необходимое качество обслуживания в данной ситуации. Даже при скорости доступа в Интернет, равной 1 Мбит/с, можно наблюдать резкое снижение качества речевой передачи в часы пиковой нагрузки. Эта проблема частично решается за счет перехода на более скоростные тарифы доступа в сеть, однако качество сервиса в любом случае не будет гарантированным.

6.15 Применение IP-телефонии

Важными факторами, привлекающими конечных пользователей к IP-телефонии, является простота использования сервиса и доступные тарифы. Процедура совершения телефонного звонка через оператора IP-телефонии в другой город или за рубеж совсем мало отличается от привычного набора номера через «8». Добавляется всего лишь одна дополнительная операция — звонок на телефонный шлюз оператора IP-телефонии для ввода номера платежной карты.

Конечному пользователю IP-телефония предоставляет реальную возможность совершать междугородные и международные звонки со значительно более низкими затратами, нежели через обычную «восьмерку». Так, звонок в страны Западной Европы при использовании сервиса даже не самого дешевого оператора (например, «Зебра Телеком») обойдется чуть более 3 руб. за минуту, в то время как минута разговора с тем же абонентом с выходом на международную линию через местного оператора телефонной связи будет стоить более 15 руб.

IP-телефония обладает также рядом дополнительных преимуществ. В частности, через операторов IP-телефонии можно совершать междугородные и международные звонки с городских телефонов, у которых заблокирован выход через «8», что порой весьма актуально для тех, кто живет в арендованных квартирах. Нельзя не упомянуть и то, что карты оплаты услуг операторов IP-телефонии являются весьма эффективным инструментом контроля расходов. Счет за звонок по междугородной телефонной сети приходит уже после состоявшегося разговора, и зачастую абонент бывает неприятно удивлен величиной означенной в нем суммы, тогда как, совершая звонок через оператора IP-телефонии по платежной карте, абонент гарантированно не потратит на разговор сумму, превышающую номинал карты. Кроме того, платеж за используемые услуги оператора связи в этом случае совершается заранее, что позволяет впоследствии не беспокоиться о своевременной оплате счетов.

Технология традиционной телефонии предполагает, что для соединения двух абонентов используется индивидуальный подканал с фиксированной пропускной способностью — 64 Кбит/с. Каждый из подканалов задействуется для связи одной пары абонентов. Важным отличительным признаком IP-телефонии является то, что оператор связи использует невыделенные подканалы для каждой пары абонентов. Речь, преобразованная в цифровой сигнал, подвергается сжатию и разбивается на отдельные пакеты, которые передаются через IP-сеть.

Благодаря использованию современных алгоритмов сжатия звукового сигнала, для передачи одного разговора требуется подканал с пропускной способностью не 64, а всего 12 Кбит/с. Кроме того, если в разговоре временно отсутствует полезный сигнал (то есть возникла пауза), то этот же подканал может быть задействован для передачи других данных. Именно эффективное управление трафиком коммуникационных каналов позволяет операторам IP-телефонии предлагать услуги междугородной и международной связи по значительно более низким тарифам, чем операторы, использующие технологии традиционной телефонии.

Если рассматривать применение IP-телефонии в корпоративном секторе, то в первую очередь стоит отметить, что существует два различных подхода к

внедрению данной технологии. Один из них заключается в полном отказе от традиционной телефонии — в этом случае в качестве канала для соединения абонентов используется локальная сеть. Второй подход, который иногда называют эволюционным, предполагает наряду с сохранением традиционной телефонной инфраструктуры и установку нового оборудования, позволяющего расширить функциональность телекоммуникационной системы предприятия.

Необходимо отметить, что для корпоративных пользователей IP-телефония не только является эффективным средством оптимизации расходов на междугородные и международные телефонные переговоры, но и представляет возможность реализации на базе технологий IP-телефонии качественно новых сервисов.



Рисунок 6.25 - Линейка IP-телефонов компании Cisco

При эволюционном варианте перехода на технологии IP-телефонии услуги голосовой связи можно реализовать не только через телефонные сети общего пользования, но и напрямую через Интернет. Для реализации данного решения применяется специальное аппаратное устройство (IP-телефон), подключаемое непосредственно к локальной сети компании. Помимо установления обычной голосовой связи это решение позволяет организовывать конференц-связь, а также пересылать фрагменты разговоров по электронной почте. Есть и такой вариант использования IP-телефонии в офисе, как подключение к офисной АТС специального модуля, который разделяет звонки. Этот модуль позволяет

автоматически производить междугородные и международные вызовы через оператора IP-телефонии, а местные вызовы — через городскую телефонную сеть.

С помощью мультисервисных IP-сетей можно создавать такие комплексные сервисы, как центры обработки телефонных звонков — call-центры, представляющие собой программно-аппаратный комплекс, который позволяет в автоматическом режиме обрабатывать значительное количество входящих телефонных звонков (например, проводить статистический анализ в ходе телефонного голосования), а также реализовывать доставку исходящих голосовых сообщений большому числу абонентов.

При построении call-центров используются технологии как традиционной, так и IP-телефонии (Computer-Telephony Integration), что позволяет в рамках отдельного предприятия интегрировать информационные ресурсы и обеспечить быстрый доступ к базам данных и средствам коммуникаций. Основная область применения call-центров — обеспечение автоматизации работы различных служб предприятий и создание единого информационного пространства с целью эффективного использования CRM- и ERP-систем.

Всего за несколько лет технологии IP-телефонии значительно эволюционировали, и распространенные сегодня решения существенно отличаются от прежних. С одной стороны, это обусловлено развитием аппаратных решений, в частности появлением мощных магистральных и транзитных маршрутизаторов и мощных высокоскоростных телекоммуникационных каналов. С другой стороны, нельзя не отметить и появления таких качественно новых технологий, как динамическая маршрутизация с учетом качества обслуживания (QoS) в мультисервисных IP-сетях и протокол резервирования ресурсов для контроля качества обслуживания транзитных маршрутизаторов (RSVP). В настоящее время качество обслуживания является одной из наиболее актуальных проблем IP-телефонии. Для надлежащей передачи голосового трафика необходимо минимизировать временные задержки — суммарная величина задержки в сети IP-телефонии не должна превышать 50 мс. Этот фактор имеет даже более важное значение, нежели обеспечение доставки всех пакетов, так как, благодаря

использованию современных звуковых кодеков и адаптивной экстраполяции, пользователь IP-телефонии далеко не всегда способен заметить ухудшение качества сигнала вследствие выпадения отдельных пакетов. В случае же задержки трафика возникает весьма неприятный эффект эха, «флэнджера» и т.п.

Современное оборудование для передачи голоса посредством протокола IP (VoIP) позволяет обеспечивать приоритет передачи голосового трафика над передачей обычных данных, получать приемлемое качество звукового сигнала при сильном сжатии, эффективно подавлять эхо и различные шумы.

В конце 90-х годов прошлого века одна из серьезных проблем обеспечения высокого качества звукового сигнала была вызвана тем, что для передачи голосового трафика использовались каналы общего пользования. Сегодня же телекоммуникационные операторы, специализирующиеся на предоставлении услуг IP-телефонии, применяют только выделенные каналы с приоритетом голосового трафика над трафиком данных, что гарантирует высокое качество передачи речи. При этом используется сразу несколько вариантов маршрутизации голосового трафика для каждого из тысяч направлений, а в случае возникновения каких-либо проблем трафик мгновенно перенаправляется на другие каналы.

В настоящее время наибольшей популярностью IP-телефония пользуется у частных пользователей. Телефонные и универсальные телекоммуникационные карты (которые можно использовать для оплаты услуг IP-телефонии и коммутируемого доступа в Интернет) давно вошли в жизнь многих активных потребителей услуг связи.

Хотя сегодня большинство операторов предлагают частным клиентам лишь одну услугу — междугородную и международную связь, нельзя не отметить, что крупнейшие операторы связи постепенно расширяют набор предоставляемых услуг. В частности, появилась возможность использования услуг отечественных операторов IP-телефонии в других странах посредством автоматического международного роуминга. В ряде случаев операторы предоставляют своим абонентам возможность использовать коммуникационные карты для оплаты таких

дополнительных сервисов, как развлекательные и справочные каналы, службы знакомств и т.п.

Темпы освоения технологий IP-телефонии в корпоративном секторе пока значительно ниже. И несмотря на очевидные выгоды от снижения расходов на междугородные и международные телефонные переговоры, многие руководители не спешат внедрять IP-телефонию в своих подразделениях, не желая вкладывать средства в приобретение дополнительного оборудования и модернизацию существующей телекоммуникационной инфраструктуры. Однако уже сегодня ведущие операторы, работающие на рынке телекоммуникационных услуг, предлагают корпоративным клиентам и весьма простые услуги, реализация которых не требует значительных вложений. Одна из таких услуг — так называемый корпоративный PIN-код. Организации выдается PIN-код, который может быть использован несколькими сотрудниками (даже одновременно) как внутри офиса, так и за его пределами. Связь сотрудников организации-клиента с оператором IP-телефонии в данном случае осуществляется через городскую телефонную сеть. В целях повышения удобства использования техническая служба компании-оператора может произвести программирование офисной АТС для автоматического набора номера шлюза оператора и идентификации пользователей по PIN-коду или номеру телефона.

Весьма востребованной в настоящее время услугой является виртуальная АТС. Суть ее заключается в том, что посредством сети Интернет телефон клиента подключается к установленной на технической площадке оператора VoIP-станции SoftPBX. Станция SoftPBX выполняет роль офисной АТС, обеспечивает телефонную связь внутри организации, конференц-связь, переадресацию звонков и обслуживание всех междугородных/международных и местных звонков. Средствами SoftPBX может быть реализована услуга «звонок по заказу». Нажатием всего одной кнопки отправляется запрос на станцию, после чего та начинает в автоматическом режиме дозваниваться до нужного абонента.

IP-телефония может стать эффективным дополнением CRM-систем. Например, по автоматически определенному номеру входящего звонка система

может оперативно предоставить менеджеру информацию о клиенте, о его контракте и об истории взаимодействия с компанией. Кроме того, при необходимости можно записать телефонный разговор, поместить эту запись в «личное дело», направить ее в другой отдел компании или другому сотруднику, снабдив текстовым комментарием.

По мере своего развития IP-телефония претерпевает важные качественные изменения: из дополнительной услуги она постепенно превращается в некий базовый сервис, который в скором времени станет одним из компонентов мультисервисной технологии. В будущем IP-телефония объединит такие сервисы, как высокоскоростной доступ в Интернет, телефония, передача видео, мобильный Интернет и т.д.

Сейчас в мире активно развиваются два типа протоколов для передачи голосового трафика. Во-первых, это группа H.323, берущая свое начало из традиционных телефонных протоколов, а во-вторых, протоколы, созданные на базе IP-технологий с целью повышения «интеллектуальности» сервисов сети, — такие как SIP, MGCP, MEGACO.

Российские операторы IP-телефонии наиболее часто используют протоколы группы H.323. Это вызвано тем, что данный протокол был первым общепринятым стандартом промышленной реализации IP-телефонии. Многие операторы не спешат разрушать отлаженные схемы взаимодействия оборудования, персонала и биллинговых систем.

Что касается западноевропейских стран, то там протоколы группы H.323 тоже активно используются, хотя уже прослеживается четкая тенденция к переходу на более современные MGCP и MEGACO. Это связано с прогрессивным развитием Интернет-технологий и инфраструктуры сетей. SIP в этой группе является самым простым видом протокола, чем-то схожим с HTTP и, следовательно, более доступным для восприятия и понимания рядовым IT-специалистом. SIP хорош в использовании во внутрикорпоративных сетях, основанных на комплексных решениях от одного производителя. При этом внешним протоколом в сети

телекоммуникационного оператора для предприятия, как правило, все равно останется либо H.323, либо MGCP/MEGACO.

Конечно, в сфере IP-телефонии все еще существует множество различных проблем, таких как учет использования технологических ресурсов, маршрутизации трафика, биллинга, расчета стоимости транспортных задержек и т.п.

Как было отмечено выше, IP-телефония постепенно перестает быть просто услугой, а становится одним из компонентов решения по передаче разнородного мультимедийного трафика с использованием протокола TCP/IP. И вполне естественно, что развитие отдельных инструментов управления мультимедийным трафиком влияет на всю систему технологий пакетной передачи данных. В нынешних условиях IP-телефония является основой для развития и формирования инструментов по обработке и передаче мультимедийного трафика.

Следует также иметь в виду, что IP-телефония — это не просто альтернатива обычной телефонии. Актуальность развития решений IP-телефонии обусловлена не только возможностью снижения затрат на телефонные переговоры и техническое обслуживание инфраструктуры (хотя и это, безусловно, имеет значение). В стратегическом плане IP-телефония является единой технической платформой, которая позволит объединить решения для передачи данных и голоса, а также для обработки и последующего использования этой информации во всех бизнес-процессах. Таким образом, развитие IP-телефонии в определенном смысле является средством повышения производительности труда и развития бизнеса.

В обозримом будущем IP-телефоны перестанут быть аналогами обычных телефонных аппаратов. На основе IP-телефонов будут строиться CRM-системы нового поколения, создаваться системы корпоративных баз знаний, а в итоге произойдет интеграция всех информационных сервисов — электронной почты, видеоконференций и телефонии — в единую коммуникационную услугу, которая сможет удовлетворить коммуникационные потребности корпоративного клиента любого масштаба — от мелких и средних предприятий до крупных корпораций.

7 Сети мобильной сотовой связи

7.1 Принципы организации сотовой и микросотовой сетей мобильной телефонной связи

Первые системы наземной мобильной связи с автоматической коммутацией и маршрутизацией соединений были разработаны и внедрены в 60-х годах XX столетия.

Сотовые технологии обеспечивают телефонную связь между подвижными абонентами (ячейками). Связь осуществляется через базовые (стационарные) станции, выполняющие коммутирующие функции. Разработано несколько стандартов мобильной связи. Одной из наиболее широко распространенных технологий мобильной связи (в том числе и в России) является технология, соответствующая стандарту для цифровых сетей сотовой связи GSM (Global System for Mobile Communications). GSM может поддерживать интенсивный трафик (270 кбит/с), обеспечивает роуминг (т. е. автоматическое отслеживание перехода мобильного пользователя из одной соты в другую), допускает интеграцию речи и данных и связь с сетями общего пользования. Используются разновидности: сотовая связь GSM-900 в частотном диапазоне 900 МГц (более точно 890—960 МГц) и микросотовая связь GSM-1800 в диапазоне 1800 МГц (1710-1880 МГц). Название микросотовая обусловлено большим затуханием и, следовательно, меньшей площадью соты. Однако увеличение числа каналов выгодно при высокой плотности абонентов. Мощность излучения мобильных телефонов составляет 1—2 Вт.

На начальном этапе развития сотовых сетей автоматической телефонной связи, функции подключения мобильных абонентов к средствам стационарной телефонной сети выполняла одна базовая станция BSS (BaseStationSystem).

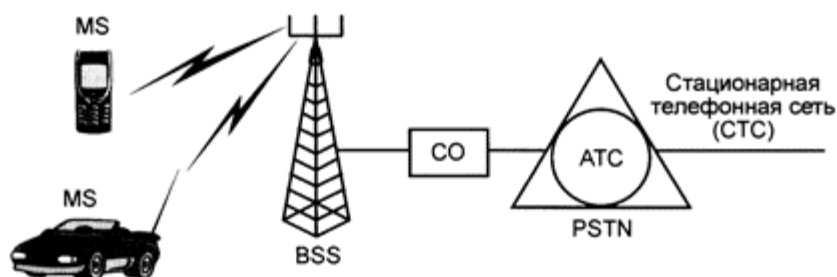


Рисунок 7.1 - Связь мобильных станций со стационарной сетью через одну BSS: CO – стационарное оборудование BSS; ATC – автоматическая телефонная станция.

Как показано на рисунке 7.1, мобильные абоненты, перемещаясь в пространстве, окружающем BSS (с определенным максимальным радиусом действия), осуществляют связь с BSS по радиоканалам посредством имеющихся у них мобильных радиостанций MS (MobileStation).

Далее, BSS подключала мобильные абоненты к стационарной телефонной сети.

Данная простейшая сеть мобильной связи, предполагающая по сути одну соту (ячейку) для взаимодействия MS с BSS, имела следующие существенные недостатки:

- зависимость качества связи от расстояния между MS и BSS (для сохранения высокого качества радиосвязи необходимо было применять радиостанции с регулируемой выходной мощностью передатчика в широком диапазоне уровней в зависимости от расстояния между MS и BSS, что было в то время достаточно сложно реализовать);

- ограниченное число подключаемых мобильных станций MS из-за ограниченного числа радиоканалов (ограниченное число выделенных рабочих частот/длин волн).

В процессе развития сотовых сетей мобильной связи эти недостатки были устранены путем замены одной мощной BSS несколькими BTS

(BaseTransceiverStation), имеющими меньшие мощности передатчиков и свои индивидуальные зоны обслуживания. При этом сотовые сети мобильной связи строятся в виде совокупности сот (cells — сот, ячеек) схематично изображаемых в виде равновеликих правильных шестиугольников, что имеет сходство с пчелиными сотами и поэтому сеть мобильной связи была названа сотовой или ячеечной (cellular). В центре каждой i -й соты находится BTS, обслуживающая все MS в пределах своей соты.

При реализации такой сети сразу же возникает техническая проблема — как переключать движущегося абонента MS от одной соты в другую. Для решения этой проблемы в сотовой сети мобильной связи предусмотрен центр коммутации мобильных станций MSC (MobileServicesSwitchingCenter), обеспечивающий переключение установленного разговорного тракта при перемещении мобильного абонента из одной соты в другую, а также подключение абонентов стационарной телефонной сети к конкретной BTS, в зоне действия которой находится данный мобильный абонент.

При создании сети, изображенной на рисунке 7.2, возникла необходимость контроля за перемещением (roaming — блужданием) мобильной станции MS, находящейся как в свободном (с точки зрения связи) состоянии, так и в состоянии занятости. Следует отметить, что при использовании сети стационарная телефонная сеть освобождается от обслуживания вызовов, поступающих от одного мобильного абонента к другому. Такие соединения устанавливаются через центр коммутации MSC.

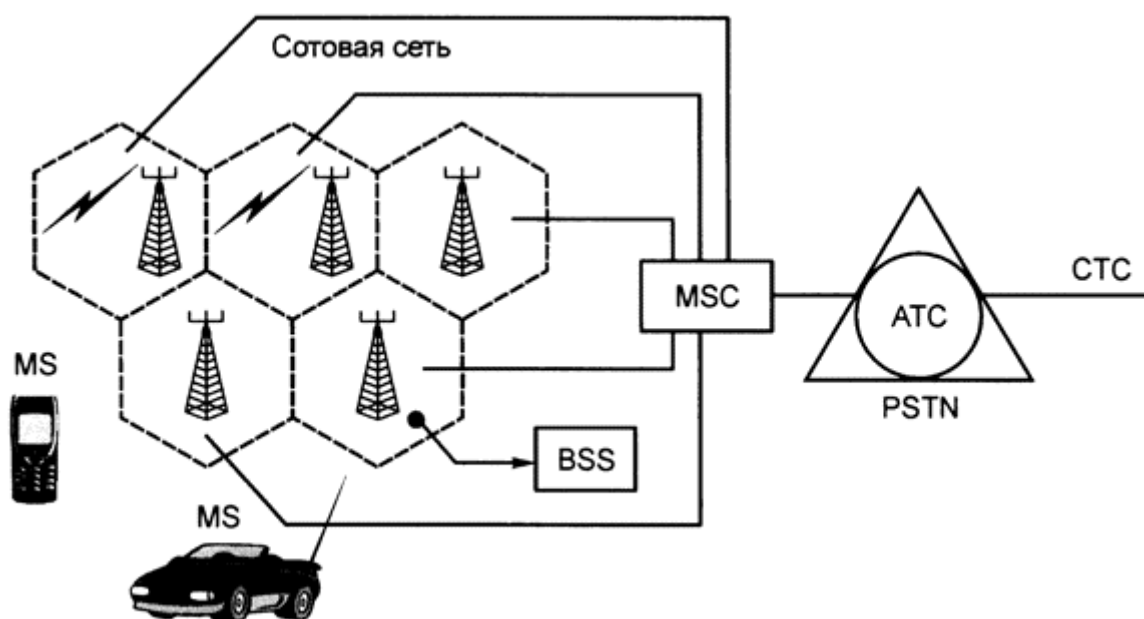


Рисунок 7.2 - Сотовая сеть мобильной связи

В современной сотовой мобильной сети обычно функционирует несколько коммутационных центров MSC, в каждый из которых включается несколько BSS.

Рассмотрим особенности деления обслуживаемой мобильной связью территории на соты. Разделить обслуживаемую территорию на соты можно двумя основными способами:

- первый, основан на измерении статистических характеристик распространения радиосигналов в данной системе связи;
- второй, основан на измерении или расчете параметров распространения радиосигнала для конкретного района.

При реализации первого способа вся обслуживаемая территория разделяется на одинаковые по форме соты (ячейки) и с помощью методов статистической радиотехники определяются их допустимые размеры и расстояния до других сот, в пределах которых выполняются условия допустимого взаимного влияния.

Для получения оптимального (то есть без перекрытия или пропусков участков) деления территории на соты могут быть использованы только три геометрические фигуры — треугольник, квадрат и правильный шестиугольник. Наиболее подходящей фигурой является шестиугольник, так как, если антенну с

круговой диаграммой направленности BTS устанавливать в его центре, то будет обеспечен доступ почти ко всем участкам соты.

В действительности соты никогда не бывают строгой геометрической формы. Реально границы сот имеют вид неправильных кривых, зависящих от условий распространения и затухания радиоволн, то есть от рельефа местности, характера и плотности растительности, застройки зданиями и многих других факторов.

Более того, границы сот вообще не являются четко определенными, так как на рубеже передачи обслуживания мобильной станции от одной соты в соседнюю эти границы могут в некоторых пределах смещаться с изменением условий распространения радиоволн и в зависимости от направления движения мобильной станции. Точно так же и положение базовой приемо-передающей станции BTS лишь приближенно совпадает с центром соты, который к тому же не так просто определить однозначно, если сота имеет неправильную форму. Если же на BTS используются направленные антенны, то BTS в реальных случаях могут фактически оказаться на границах сот.

При использовании первого способа деления территории на соты интервал между сотами, в которых используются одинаковые рабочие каналы, обычно получается больше требуемого интервала — для поддержания взаимных помех на допустимом уровне.

Более приемлем второй способ разделения территории на соты. В этом случае измеряют или рассчитывают параметры сотовой системы для определенного минимального числа базовых приемо-передающих станций BTS, обеспечивающих удовлетворительное обслуживание абонентов по всей территории, определяют оптимальное место расположения BTS с учетом рельефа местности и других факторов, влияющих на условия распространения радиоволн, рассматривают возможность использования направленных антенн, пассивных ретрансляторов и смежных BTS в момент пиковой нагрузки и пр.

7.2 Принцип построения сети и базовые элементы сети. Коммутация в мобильной сети

Несмотря на многообразие существующих стандартов сотовой связи и обилие особенностей их реализации, построение и алгоритмы работы таких систем во многом сходны. Теоретически разделить территорию на одинаковые по форме зоны без перекрытия или пропусков можно путем использования трех правильных геометрических фигур: треугольника, квадрата и шестиугольника. В первом случае базовые станции должны располагаться на местности в шахматном порядке, а во втором — квадратно-гнездовым способом. Но наиболее экономное и эффективное покрытие достигается зонами в виде шестиугольников. А причина здесь простая: именно шестиугольник почти идеально описывает рабочую зону цифровой базовой станции, установленной в центре ячейки и имеющей антенну с круговой диаграммой направленности. В тех местах, где требуется одновременное обслуживание большого числа абонентов, используется метод расщепления сот — создание зон меньшего размера. В этом случае исходный шестиугольник делится на семь шестиугольников меньшего размера (пико соты). При этом вся остальная структура сети не нарушается. Необходимо заметить, что геометрически правильная форма рабочих зон далеко не всегда достижима на практике. Дальность распространения радиоволн зависит от рельефа местности: холмов, оврагов, гор, больших зданий и т. п. Они искажают форму рабочих зон и вынуждают располагать базовые станции далеко не всегда в строгом геометрическом порядке.

Теперь о технических аспектах. Основные элементы сотовой системы: абонентское оборудование (мобильные радиотелефоны), сеть базовых станций, размещенных на обслуживаемой территории, и центр коммутации.

Каждая базовая станция — это многоканальное приемно-передающее устройство, которое обслуживает абонентов в пределах своей соты. По специальным линиям связи (проводным или радиорелейным) все базовые станции соединяются с центром коммутации.

Центр коммутации обеспечивает управление сетью и по сути является специализированной автоматической телефонной станцией. Он хранит в своей памяти данные всех абонентов сотовой сети, отвечает за проверку прав доступа абонентов и их аутентификацию (подтверждение подлинности), обрабатывает и хранит информацию. Также в его обязанности входит: слежение за сигналами мобильных телефонов, их эстафетная передача при перемещении телефона из соты в соту, коммутация каналов в сотах при появлении помех или неисправностей, а главное — установление соединения абонента сотовой сети в соответствии с набранным номером с другим абонентом или выход в городскую, междугородную и международную телефонную сеть. В некоторых вариантах построения систем все эти функции разделяются между центром коммутации и еще одним элементом оборудования—контроллерами базовых станций.

Упрощенно порядок работы элементов сотовой сети выглядит так. В каждой базовой станции есть специальный канал, называемый управляющим, и все сотовые телефоны прослушивают сигналы на этом канале в ожидании вызова. В том случае, если абонент желает позвонить, сразу после набора номера радиотелефон начинает автоматический поиск свободного канала. При его обнаружении он передает свои параметры и набранный номер через базовую станцию на коммутатор сотовой сети. После проверки параметров абонента центр коммутации осуществляет соединение. В обратном направлении — при вызове абонента сотовой сети—коммутатор проверяет в своей базе данных наличие такого номера и начинает поиск радиотелефона в каждой из сот. Радиотелефон абонента, приняв этот вызов по управляющему каналу, передает подтверждение вызова, определяя таким образом свое местонахождение в сотовой сети. После этого коммутатор находит свободный разговорный канал в данной соте и переключает соединение на него.

Кроме организации соединений, коммутатор непрерывно следит за сигналами радиотелефонов и в процессе связи. Если возникает неисправность в оборудовании или появляются помехи, коммутатор находит другой свободный канал и переводит разговор на него. Перемещения абонента в процессе соединения (связь-то-мобильная!) могут привести к предельному снижению уровня сигналов. Тогда

коммутатор переключается на другую базовую станцию, более близкую к абоненту. Эстафетная передача производится полностью автоматически и настолько быстро, что связь не прерывается, а абонент ничего не замечает.

Особая услуга сотовых систем — роуминг (от англ. roam — бродить, странствовать). Благодаря роумингу мы можем пользоваться сотовым телефоном при поездках в другие города или страны. Для обеспечения роуминга необходимо выполнение трех условий:

- наличие в других регионах сотовых систем стандарта, совместимого со стандартом оператора, к которому был подключен радиотелефон;
- наличие каналов связи, обеспечивающих передачу звуковой информации и данных об абоненте и его местонахождении;
- наличие соответствующих организационных и экономических соглашений между компаниями о роуминговом обслуживании абонентов.

Если все эти условия будут выполнены и абонент закажет соответствующую услугу, оборудование исходной («домашней») и роуминговой («гостевой») сотовых сетей обеспечит автоматическую переадресацию всех входящих и исходящих вызовов, и связь будет осуществляться так, как если бы абонент и не покидал зону действия своей сети.

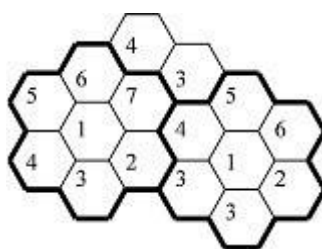


Рисунок 7.3 - Структура сотовой системы

Приблизительно в центре каждой соты устанавливается маломощная базовая станция. За каждой базовой станцией закрепляется набор рабочих частот (в простейшем случае это может быть одна частота). Базовые станции с помощью

специальных каналов связи (это могут быть проводные или радиоканалы) связаны друг с другом и с центром коммутации, управляющим работой всей системы.

Антенна базовой станции в общем случае имеет круговую диаграмму направленности. Мощность радиопередатчика выбирается из условия устойчивого приема сигналов на территории всей соты. В общем случае на территории соседней соты сигнал имеет ненулевое значение, поэтому может нарушать нормальную работу радиосредств соседней ячейки.

Частоты радиоканалов каждой соты для уменьшения взаимного влияния сигналов станций соседних ячеек выбирают по определенному правилу и базовые станции с одинаковым набором частот разносят на величину защитного интервала, за пределами которого взаимное влияние соседних станций пренебрежимо мало. Для этого между базовыми станциями с одинаковыми наборами частот помещают базовые станции с другим набором рабочих частот. Группа соседних сот с различными наборами частот образуют кластеры, в которых представлены все рабочие частоты, выделенные данной системой связи, причем ни одна из частот в полном наборе не повторяется. Полный набор частот определяет размерность кластера.

На рисунке 7.3 жирными линиями выделены кластеры с количеством частот в наборе, равном 7 (на практике формируются кластеры и с другим количеством частот). В результате вся обслуживаемая территория покрывается сетью кластеров, и в каждом кластере используется 7 различных частот (7 наборов различных частот). Таким образом, на обслуживаемой территории 7 рабочих частот, выделенных в данной системе подвижной связи, будут повторяться столько раз, сколько кластеров образуют данную систему. И в то же время работа станций на этих частотах в соседних кластерах не будет вызывать отрицательного влияния друг на друга. Метод многократного использования частот позволяет во столько же раз повысить количество обслуживаемых абонентов.

Для дальнейшего увеличения количества обслуживаемых клиентов принимают и другие меры: уменьшают радиус соты на территориях с повышенной концентрацией мобильных станций (супермаркеты, аэропорты и т.п.). Типичный

размер ячейки сотовой подвижной связи составляет несколько километров, ячейки размерами несколько сот метров называют микросотами, а ячейки размерами несколько десятков метров - пикосотами. Для этой же цели на базовых станциях используют не одну антенну с круговой диаграммой направленности, а несколько антенн с секторными диаграммами направленности. В этом случае структура повторного использования частот имеет более сложный характер, но зато одна частота в пределах одного кластера может использоваться дважды.

Структурная схема сотовой системы подвижной связи представлена на рисунке 7.4.

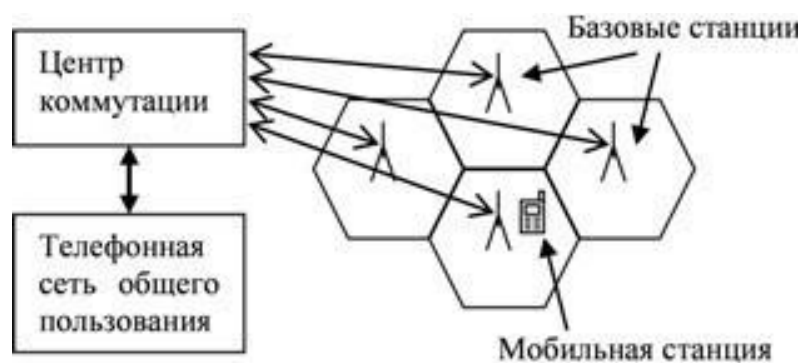


Рисунок 7.4 - Структурная схема сотовой системы подвижной радиосвязи

Обслуживаемая территория разбивается на ячейки соответствующего размера. Примерно в центре каждой ячейки устанавливается базовая станция, включающая в себя приемопередающее устройство, антенно-фидерное устройство для образования радиоканалов с мобильными станциями и управляющее устройство (контроллер). Контроллер предназначен для обработки соединений мобильной станции с остальной сетью. Мобильная станция может находиться в любом месте обслуживаемой территории. Ядром системы является центр коммутации, к которому подключена каждая базовая станция специальным каналом связи. Центр коммутации также имеет выход на телефонную сеть общего пользования и управляет установлением соединений, как между мобильными станциями, так и стационарными телефонами.

В сотовых системах между мобильной станцией и базовой станцией могут быть установлены каналы связи двух типов: каналы управления и информационные каналы. Каналы управления предназначены для обмена информацией, связанной с выполнением заявки на обслуживание, вызовом абонента и установлением соединения между вызывающим и вызываемым абонентом. В свою очередь канал управления делится на прямой (от базовой станции) и обратный (от мобильной станции). Информационные каналы предназначены для передачи речи или данных между пользователями.

Мобильная станция постоянно работает в режиме дежурного приема на канале вызова. Предварительно (при включении) выполняется инициализация мобильной станции: мобильная станция сканирует прямые каналы управления соседних базовых станций и выбирает канал с самым сильным сигналом (ближайшую базовую станцию). По свободному обратному каналу управления мобильная станция передает в центр коммутации свои персональные данные, которые используются для регистрации мобильной станции. Операции обмена служебной информацией с базовой станцией регулярно повторяются, пока включена мобильная станция. Кроме того, мобильная станция следит за сигналами вызова.

В системах подвижной связи должна быть обеспечена непрерывность связи при перемещении абонента из одной ячейки в другую. Для этого мобильная станция постоянно сканирует каналы управления соседних базовых станций и выбирает канал с самым сильным сигналом. Это позволяет следить за перемещением мобильной станции, и если мобильная станция входит в другую ячейку, выбирается новая базовая станция. Такая организация связи мобильных станций называется эстафетной передачей, которая выполняется без прерывания сеанса связи, а в современных системах и незаметно для абонентов.

Заявка на сеанс связи от мобильной станции отправляется по свободному каналу управления через базовую станцию на центр коммутации. Центр коммутации по данным регистрации мобильных станций определяет базовую станцию, в зоне действия которой в данный момент находится вызываемая мобильная станция, и

направляет ей номер вызываемого абонента. Базовая станция по прямому каналу управления направляет звонок вызываемому абоненту.

Вызываемая мобильная станция в потоке служебной информации прямого канала управления распознает по номеру адресуемое ему сообщение и направляет ответ базовой станции. По этому ответу центр коммутации устанавливает канал связи между базовыми станциями, обслуживающими вызывающего и вызываемого абонентов, а также информационные каналы внутри соты, по которым обмениваются информацией базовая и мобильная станции. Соответствующие сигналы от центра коммутации передаются на базовые станции, а затем на мобильные станции, в результате чего мобильные станции перейдут на выделенные им информационные каналы. Если во время сеанса связи мобильная станция переходит в зону действия другой базовой станции, то под управлением центра коммутации старый канал заменяется новым без прерывания сеанса связи.

7.3 Аналоговые стандарты сотовой связи

На начальном этапе развития сотовой связи важнее всего было обеспечить максимально возможную зону охвата при минимально возможном количестве базовых станций. С этой задачей успешно справлялись аналоговые системы стандарта AMPS (Advanced Mobile Phone Service), в которых каждому абоненту на время разговора выделялась определенная полоса частот. При небольшом числе абонентов свободных частот хватало на всех, а базовые станции аналоговых систем диапазона 450 МГц можно было размещать на значительном (десятки километров) расстоянии друг от друга. Первые сотовые телефоны весили чуть ли не пять килограммов, имели форму небольшого чемодана и стоили целое состояние. В те времена за весьма относительную, по нынешним представлениям, мобильность такому телефону прощали все остальные неудобства.

Однако по мере роста числа абонентов начали возникать проблемы перегрузки сети, так как ограниченного диапазона частот перестало хватать для всех одновременно разговаривающих.

Одной из основополагающих концепций любой сотовой системы связи является концепция "многостанционного (множественного) доступа", под которой понимается то, что система поддерживает одновременную работу в сети нескольких абонентов. Иными словами, значительное количество абонентов делят между собой ограниченное число радиоканалов. Любой абонент может получить доступ к любому радиоканалу. Канал в этой ситуации может рассматриваться как часть ограниченного частотного диапазона, выделенного для данной сети связи.

Интенсивный процесс развития новых технологий мобильной телефонной связи можно считать начавшимся с того момента, когда рост числа абонентов сотовых сетей связи натолкнулся на "шлагбаум" дефицита частот. Несмотря на значительные усовершенствования, стандарт аналоговой передачи AMPS был обречен, и начался переход на цифровые стандарты, позволяющие при прочих равных условиях кардинально увеличить количество одновременно разговаривающих абонентов.

В разных системах сотовой связи используются разные технологии множественного доступа. Традиционные аналоговые системы сотовой связи, основанные на стандартах AMPS и TACS (TotalAccessCommunicationsSystem), используют технологию частотного разделения каналов. Например, системы стандарта AMPS делят частотный диапазон на участки шириной 30 КГц на канал. Узкополосные системы AMPS (NAMPS) используют 10 КГц участки спектра на каждый канал, а системы TACS - 25 КГц участки спектра.

7.4 Система сотовой связи для железнодорожного транспорта

Известна система радиосвязи стандарта GSM-R, содержащая базовые станции, соединенные с контроллерами базовых станций (BSC), которые, в свою очередь, соединены с центром коммутации мобильной связи (MSC), к которому подключено через автоматическую телефонную станцию переговорно-вызывное устройство (пульт управления) диспетчера.

В системе обеспечивается взаимный вызов и переговоры диспетчера с машинистами поездных локомотивов по управлению движением поездов.

Установление соединений между диспетчером и машинистом локомотива в системе осуществляется набором на пульте диспетчера (при исходящем от него соединении) или на пульте машиниста (при соединении, входящем к диспетчеру) соответственно известного номера радиостанции локомотива или известного номера диспетчера. Система опубликована в документе международного союза железных дорог: «Проект МСЖД (UIC) EIRENE. Спецификация системных требований. Часть II», дата опубликования 21 октября 2003 г., стр.25-30, п.1.4.

Недостатком известной системы является необходимость набора номера локомотивной станции без наличия указаний о ее нахождении на диспетчерском участке.

Известна система мобильной связи, в частности, для применения на железнодорожном транспорте в системе GSM-R, в которой используется архитектура, поддерживающая применение функциональных номеров для целей адресации в беспроводных сетях связи, и предлагается способ передачи функциональных номеров между соответствующими устройствами, входящими в состав этой архитектуры.

Система включает матрицу доступа (accessmatrix), располагающуюся в регистре управления услугой (ServiceControlPoint=SCP), соединенном с регистром местных мобильных абонентов (HLR) и с межсетевым центром коммутации мобильной связи GMSC, связанным с центрами коммутации мобильной связи железных дорог (MSC).

В изобретении предлагается также гибкая и допускающая расширение схема кодирования для дополнительных служебных операций, используемых для регистрации, запроса и снятия с регистрации функциональных номеров в системе GSM-R.

Использование функциональных номеров, зарегистрированных в зонах соответствующих базовых станций, для установления соединений подразумевается набором соответствующего номера на пульте управления диспетчера. В системе

предполагается применение типового пульта управления диспетчера, вызов абонентов с которого осуществляется набором номера (ЕР 1860893 Н04R 7/22, публ. 28.11.07).

Недостатками системы являются отсутствие визуальной информации о номерах поездов (локомотивов), находящихся на диспетчерском участке, и необходимость набора номера для установления соединения диспетчера с машинистом локомотива.

Технический результат изобретения заключается в повышении оперативности установления соединений в системе мобильной связи на железнодорожном транспорте.

Технический результат достигается тем, что в систему мобильной связи на железнодорожном транспорте, содержащую на каждой станции диспетчерского участка базовые станции, связанные первичным цифровым каналом E1 с контроллером базовых станций, подключенным через транскодер к центру коммутации мобильной связи, который соединен с сервисным узлом поддержки услуг, с регистром положения, с регистром перемещения, с регистром функциональной адресации и со шлюзом E1/Ethernet, который подключен к сети с коммутацией пакетов диспетчерской системы, базовые станции через каналы радиосвязи соединены с локомотивными радиостанциями, согласно изобретению введены сервер диспетчерской системы, коммутатор и пульт управления диспетчера, состоящий из персонального компьютера с сенсорным монитором и переговорного устройства, при этом сервер диспетчерской системы соединен с сетью с коммутацией пакетов диспетчерской системы, к которой через коммутатор подключены персональный компьютер с сенсорным монитором и переговорное устройство пульта управления диспетчера, а к серверу диспетчерской системы подключены сервисный узел поддержки услуг, регистр функциональной адресации, регистр перемещения и регистр положения.

Система мобильной связи на железнодорожном транспорте содержит на каждой станции диспетчерского участка базовые станции 13, связанные первичным цифровым каналом E1 с контроллером 12 базовых станций, подключенным через

транскодер 15 к центру коммутации 11 мобильной связи, который соединен с сервисным узлом 8 поддержки услуг, с регистром 9 положения, с регистром 10 перемещения, с регистром 7 функциональной адресации и со шлюзом 14 E1/Ethernet, который подключен к сети 5 с коммутацией пакетов диспетчерской системы, базовые станции 13 через каналы радиосвязи соединяются с локомотивными радиостанциями 6, сервер 3 диспетчерской системы соединен с сетью 5 с коммутацией пакетов диспетчерской системы, к которой через коммутатор 4 подключены персональный компьютер 1 с сенсорным монитором и переговорное устройство 2 пульта управления диспетчера, к серверу диспетчерской системы подключены сервисный узел 8 поддержки услуг, регистр 7 функциональной адресации, регистр 10 перемещения и регистр 9 положения.

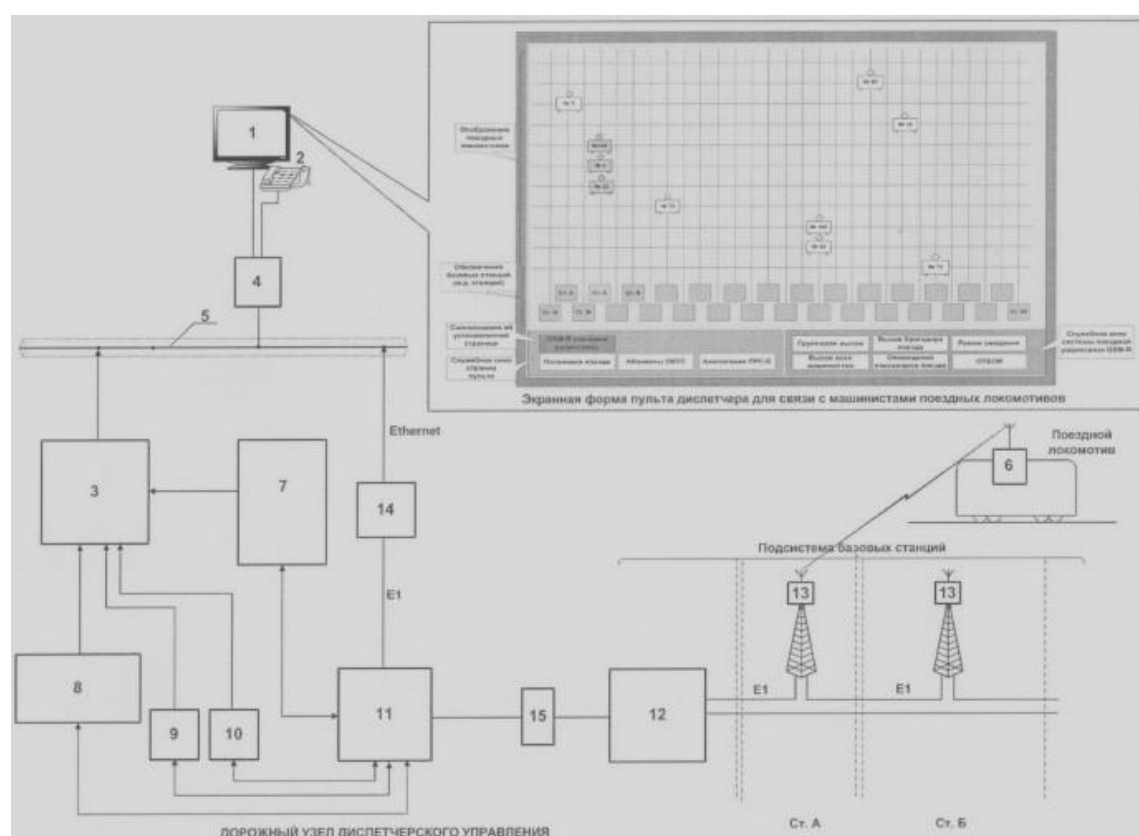


Рисунок 7.5 - Система мобильной связи на железнодорожном транспорте

Система мобильной связи на железнодорожном транспорте работает следующим образом. (рисунок 7.8)

Для штатного функционирования системы используется текущая информации о функциональных адресах локомотивных радиостанций 6, сочетающих номер поезда и номер радиостанции, установивших связь с конкретной базовой станцией 13 (регистрация локомотивной радиостанции 6 в соответствующей ячейке), поступающая в центр коммутации 11 мобильной связи. Центр коммутации 11 мобильной связи обеспечивает коммутацию радиопроводных каналов в процессе перемещения локомотива, обеспечивая непрерывность связи (HANDOVER) по мере перехода локомотивной станции 6 из зоны связи одной базовой станции 13 в зону связи другой. Информация о функциональных номерах локомотивов, зарегистрированных на конкретной базовой станции 13 и снятых с регистрации по мере передвижения локомотива, сосредотачивается в используемых в системе регистре 9 положения (HLR) и регистре 10 перемещения (VLP), сопряженных с центром коммутации 11 мобильной связи (MSC). Информация о функциональных адресах подвижных объектов сосредотачивается в регистре 7 функциональной адресации (FAR). Регистрация локомотивных радиостанций 6 обеспечивается в результате периодической передачи от них информации о функциональном номере в виде коротких сообщений (SMS). В результате поступления в регистр 9 положения и в регистр 10 перемещения указанной выше информации, необходимой для установления адресной связи, появляется возможность получения графического отображения на экранной форме пульта управления диспетчера поездных локомотивов с обозначенными номерами поездов (локомотивов), находящихся в каждый момент времени в зоне связи соответствующей базовой станции 13 на диспетчерском участке. Пульт управления диспетчера построен на базе персонального компьютера с сенсорным монитором (выполненным по технологии Touch-Screen) с использованием для каждого вида связи отдельной экранной формы (страницы). Экранные формы соответствующих видов связи изображены в виде кнопочных информационно-управляющих панелей с обозначенными наименованиями абонентов (объектов). На каждой странице предусмотрено окно с

постоянной для соответствующего рабочего места информацией обо всех видах связи, организуемых с помощью пульта. В частности, для пульта диспетчера должна быть сформирована экранная форма организации поездной радиосвязи и связи с бригадами пассажирских поездов. На каждой странице должно быть предусмотрено окно со всеми необходимыми для данного вида связи функциональными клавишами (посылка вызывных сигналов, постановка абонента на ожидание, отбой и др.).

При выходе локомотива из зоны взаимодействия одной базовой станции в зону другой изображение локомотива исчезает в зоне предыдущей базовой станции и появляется в зоне другой базовой станции, через которую установлена связь. Для установления соединения с машинистом локомотива диспетчер должен прикоснуться к отображению локомотива на экране монитора с соответствующим номером поезда. При входящем соединении поступление вызова от машиниста локомотива индицируется на экране монитора изменением цвета и мигающим режимом свечения отображения локомотива на экране монитора. Для установления соединения диспетчеру достаточно прикоснуться к отображению на экране монитора вызывающего локомотива.

Необходимая для этой цели информация снимается со штатных регистров 9 положения и 10 перемещения, сопряженных с центром коммутации 11 мобильной связи, и поступает на сервер 3 диспетчерской системы, связанный, в свою очередь, с локальной сетью 5 с коммутацией пакетов диспетчерской системы. Сервер 3 диспетчерской системы соединен также с регистром 7 функциональной адресации (FAR), содержащим базу данных функциональных номеров подвижных и стационарных объектов, и с сервисным узлом 8 поддержки услуг (SGSN). Сигналы вызова и разговора между пультом управления диспетчера (дежурного по станции) и локомотивной радиостанцией 6 передаются по отдельной цепи, связывающей сеть IP диспетчерской системы с центром коммутации 11 мобильной связи через шлюз 14 E1/Ethernet. К сети 5 с коммутацией пакетов диспетчерской системы подключены также пульта управления дежурных по станциям (на чертеже не показано).

Локомотивная радиостанция 6 передает периодически в автоматическом режиме короткие сообщения SMS, содержащие функциональный номер, сочетающий номер поезда и номер радиостанции.

При установлении связи локомотивной радиостанции 6 с центром коммутации 11 мобильной связи через одну из базовых станций 13 информация о функциональном номере локомотивной радиостанции 6 и о идентификационном номере базовой станции 13, через которую установлена связь, поступает через центр коммутации 11 мобильной связи в регистр 9 положения, регистр 10 перемещения и регистр 7 функциональной адресации, которые, в свою очередь, после соответствующей обработки передают указанную информацию в сервер 3 диспетчерской системы, связанный с сервисным узлом 8 поддержки услуг, от которого сервер 3 получает информацию об идентификаторе базовой станции.

В сервере 3 диспетчерской системы создается таблица соответствия между идентификаторами базовых станций и функциональными номерами локомотивов, в соответствии с которой на экранной форме монитора персонального компьютера 1 отображаются локомотивы с номерами поездов в зонах соответствующих базовых станций. Сервер 3 диспетчерской системы обеспечивает также соответствие между номером локомотива, отображенным на экране монитора, и каналом связи с локомотивной радиостанцией 6.

При установлении исходящего соединения диспетчер прикасается к изображению локомотива на сенсорном мониторе персонального компьютера 1 с конкретным номером поезда. При этом сервером 3 формируется соответствующий вызывной сигнал, поступающий на локомотивную радиостанцию 6.

После ответа машиниста переговоры между диспетчером и машинистом осуществляются по линии, соединяющей центр коммутации 11 мобильной связи через шлюз 14 с сетью 5 с коммутацией пакетов диспетчерской системы.

Входящее соединение от локомотивной радиостанции 6 к пульту управления диспетчера осуществляется посылкой функционального номера диспетчера, в результате приема которого на мониторе персонального компьютера 1 изображение

локомотива, от радиостанции 6 которого поступил вызов, индицируется мигающим световым сигналом на мониторе.

Переговоры между диспетчером и машинистом осуществляются также по линии, соединяющей центр коммутации 11 мобильной связи через шлюз 14 с сетью 5 диспетчерской системы.

Система мобильной связи на железнодорожном транспорте, содержащая на каждой станции диспетчерского участка базовые станции, связанные первичным цифровым каналом E1 с контроллером базовых станций, подключенным через транскодер к центру коммутации мобильной связи, который соединен с сервисным узлом поддержки услуг, с регистром положения, с регистром перемещения, с регистром функциональной адресации и со шлюзом E1/Ethernet, который подключен к сети с коммутацией пакетов диспетчерской системы, базовые станции через каналы радиосвязи соединены с локомотивными радиостанциями, отличающаяся тем, что в нее введены сервер диспетчерской системы, коммутатор и пульт управления диспетчера, состоящий из персонального компьютера с сенсорным монитором и переговорного устройства, при этом сервер диспетчерской системы соединен с сетью с коммутацией пакетов диспетчерской системы, к которой через коммутатор подключены персональный компьютер с сенсорным монитором и переговорное устройство пульта управления диспетчера, к серверу диспетчерской системы подключены сервисный узел поддержки услуг, регистр функциональной адресации, регистр перемещения и регистр положения.

8 Техническое обслуживание и эксплуатация АТС

8.1 Система технического обслуживания (ТО): виды и методы ТО

Техническое обслуживание- комплекс технических и административных операций по поддержанию коммутационных станций в состоянии, когда они могут выполнять требуемые функции с заданным качеством.

Дефект - любое отклонение характеристик станции или отдельного узла от заданных требований.

Не все дефекты приводят к снижению качества функционирования станции.

Основные виды технических состояний:

1) Исправное состояние- коммутационная станция или узел станции соответствует всем требованиям нормативных документов.

2) Неисправное состояние- коммутационная станция или узел станции не соответствуют хотя бы одному требованию нормативных документов.

3) Работоспособное состояние- коммутационная станция или узел станции способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативными документами.

4) Неработоспособное состояние- значение хотя бы одного из основных параметров не соответствует требованиям нормативных документов.

Так же станция может быть:

1) Полностью работоспособной(обеспечивает в заданных условиях наибольшую эффективность обслуживания вызовов)

2) Частично работоспособной(невозможность выполнения каких-либо вспомогательных функций или относительно небольшое снижение качества обслуживания вызовов)

3) Частично неработоспособной (невозможность выполнения части важных функций или пропускная способность падает ниже нормативного показателя)

4) Полностью неработоспособной(невозможность обслуживания значительной части или всех вызовов)

Повреждение - переход из исправного состояния в неисправное, но работоспособное.

Отказ - переход из работоспособного в неработоспособное состояние.

Сбой - кратковременный самоустраниющийся отказ.

В процессе технического обслуживания коммутационных станций происходит обнаружение неработоспособности и восстановление работы станции или ее узла. Обнаружение неработоспособности - событие, относящееся к моменту определения факта неработоспособности станции или ее узла. Когда моменты появления отказа и обнаружения неработоспособности совпадают, то говорят о непрерывном контроле. Для многих устройств коммутационной станции используется периодический контроль, когда между моментами появления отказа и обнаружения неработоспособного состояния проходит некоторое время, которое имеет случайный характер. Такой контроль, в первую очередь, касается периферийных телефонных устройств.

На коммутационных станциях для определения технического состояния производится контроль работы оборудования.

Операции по техническому обслуживанию коммутационных станций могут быть разделены на два вида:

1) Предупредительные - проводятся до момента обнаружения неработоспособного состояния.

2) Корректирующие- проводятся после обнаружения неработоспособного состояния и до окончания восстановления и предназначены для приведения станции в работоспособное состояние.

Для коммутационных станций с малой степенью автоматизации процессов контроля используется профилактическое техническое обслуживание. В этом случае основным источником сведений о неработоспособности станции или узла являются профилактические мероприятия, проводимые через определенные интервалы времени.

На станциях с высокой степенью автоматизации процессов контроля используется контрольно-корректирующее техническое обслуживание. При этом

основными источниками сведений о неработоспособности являются средства автоматического контроля технического состояния. Ручные действия персонала сведены к минимуму.

8.2 Техническое обслуживание программно-управляемых АТС

К программно-управляемым АТС относятся квазиэлектронные и электронные станции.

В настоящее время цифровые учрежденческие АТС характеризуются использованием специализированных для каждого типа АТС программных и аппаратных средств для автоматизированного контроля за работой станции.

В современных цифровых АТС находит применение метод контрольно-корректирующего технического обслуживания с автоматизацией контроля за всем оборудованием станции, включая контроль за цифровыми потоками линий связи.

Выполнение функций контроля за работой цифровой станции называется мониторингом АТС. На цифровой АТС, кроме мониторинга, выполняется множество функций по администрированию станции.

В понятие администрирования входит выполнение следующих задач:

- 1) Создание новой и изменение существующей базы данных станции
- 2) Сбор и обработка данных по трафику и по тарификации вызовов, по изменениям конфигурации

Важной особенностью цифровой сети является возможность централизации технического обслуживания, под которым понимается возможность дистанционно управлять процессами мониторинга и администрирования для множества АТС из одного пункта сети. Средства централизации технического обслуживания являются составной частью системы управления сетью связи.

Система технического обслуживания цифровых АТС характеризуется тем, что значительная часть функций мониторинга и администрирования выполняется программными средствами.

В систему технического обслуживания цифровой АТС входит автоматизированное рабочее место оператора технического обслуживания - АРМТО. Обычно АРМТО выполняется на основе персонального компьютера, включенного в станцию через интерфейс передачи данных.

При поиске неисправностей с помощью АРМТО производятся следующие основные операции:

1) Ввод оператором команд на проведение контроля работоспособности отдельных устройств или всего оборудования станции, а так же команд на тестирование линий связи

2) Получение на экране монитора информации об обнаруженных неисправностях, их характере и о месте появления неисправностей

3) Ввод оператором команд на проведение периодического контроля оборудования станции в автоматическом режиме, когда указывается период и время контроля

4) Сохранение в памяти АРМТО информации об обнаруженных неисправностях

В случае обнаружения неисправности оператор выполняет на рабочем месте следующие действия:

1) При неисправности группового оборудования - вводит команду на переключение на резервное оборудование

2) При отказе индивидуального оборудования - вводит команду на блокировку этого оборудования

Следует заметить, что при появлении отказа какого-либо группового оборудования программные средства технического обслуживания могут автоматически произвести переключение на резервное оборудование.

В процессе администрирования с помощью АРМТО оператор может изменять:

1) План нумерации на станции

2) Условия ограничения абонента по видам услуг связи

3) Способ приема цифр номера от телефонного аппарата

4) Набор разрешенных абоненту дополнительных услуг и их параметры

5) Тип системы сигнализации и ее параметры

6) Маршруты обходных соединений на сети связи и другие параметры

Администрирование так же направленно на контроль за параметрами телефонной нагрузки.

В простейшем случае программы администрирования обеспечивают запись результатов контроля в отдельный файл. При контроле за обслуженной нагрузкой в таком файле для каждого вызова могут быть записаны:

1) Вид и номер обслуживающего устройства

2) Время занятия

3) Время освобождения

4) Номер вызывавшего абонента

5) Направление дальнейшего соединения или номер вызываемого абонента

В дальнейшем с помощью специальной системы данные этого файла обрабатываются и результаты передаются в удобном для технического персонала виде.

8.3 Система централизованного технического обслуживания цифровых АТС

Система централизованного технического обслуживания цифровых АТС предназначена для выполнения функций мониторинга и администрирования коммутационных станций из одного пункта сети ОБТС в пределах заданного района. Централизация может осуществляться на магистральном, дорожном уровнях, на уровне одной или группы дистанций сигнализации связи.

Рассматриваемая система является составной частью системы управления сетью ОБТС. На сети ОБТС объектами управления могут выступать коммутационные станции, устройства абонентского доступа (абонентские мультиплексоры, сетевые окончания и др.) и терминальные устройства (цифровые телефонные аппараты, персональные компьютеры и др.).

В настоящее время наиболее развитыми являются системы управления цифровыми коммутационными станциями. Абонентские мультиплексоры обычно входят в систему управления транспортной сети.

В общем случае систему управления АТСЦ можно рассматривать как распределенную вычислительную систему, объединяющую управляющие устройства множества АТСЦ и имеющую центр технического обслуживания (ЦТО) АТСЦ. В это множество входят удаленные АТСЦ и хотя бы одна центральная АТСЦ.

В соответствии с моделью ВОС система управления АТСЦ должна выполнять две основные задачи:

- на прикладных уровнях: формирование, обработку и обмен данными между пунктами системы управления АТСЦ;
- на сетевом уровне: доставку информации между пунктами системы управления АТСЦ.

Первая задача выполняется с помощью программных средств цифровых АТС с использованием специализированных протоколов обмена данными.

Вторая задача включает в себя процессы передачи данных по сети связи с учетом принципа централизованного управления АТСЦ. Принцип централизованного управления означает применение протоколов обмена данными, когда объекты системы управления — цифровые АТС — являются ведомыми, а центр управления — ведущим. В технической литературе принцип ведущего и ведомых субъектов зачастую обозначается термином «агент-менеджер». Здесь могут использоваться стандартные и специализированные протоколы обмена данными. Стандартные протоколы позволяют объединить в одну систему управления АТСЦ разных производителей. Очевидно, что система со специализированными протоколами дает возможность управлять только АТСЦ одного производителя.

Список используемых источников

Основные источники:

1. Крухмалев, В.В. Многоканальные телекоммуникационные системы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов, А.А. Ячменев. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 696 с. — Режим доступа: <https://umczdt.ru/books/44/18713/>

2. Литвинская, О.С. Основы теории передачи информации: учебное пособие / О.С. Литвинская, Н.И. Чернышев. — М.: КноРус, 2015. — 168 с. — ISBN 978-5-406-04090-4.

3. Моченов, А.Д. Цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: учебник / А.Д. Моченов, В.В. Крухмалев; под ред. А.Д. Моченова. — М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2017. — 336 с. — Режим доступа: <https://umczdt.ru/books/41/62164/>

4. Польщиков, В.Я. Учебное пособие для изучения аппаратуры цифровой оперативно-технологической связи [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Я. Польщиков, Ю.П. Телегина. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 44 с.

Дополнительные источники:

1. Федеральный закон от 7.07.2003 г. № 126-ФЗ «О связи».

2. Приказ Министерства транспорта РФ от 21.12.2010 г. № 286 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации».

3. Приказ Министерства транспорта РФ от 08.02.2011 г. № 43 «Об утверждении Требований по обеспечению транспортной безопасности, учитывающих уровни безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта».

4. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи ОАО «Российские железные дороги». М.: ОАО «РЖД», 2009.

5. Распоряжение ОАО «РЖД» от 30.04.2009 г. № 905Р «Об утверждении и введении в действие Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту объектов электросвязи ОАО «РЖД».

6. Канаев, А.К. Линии связи на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]: учебник / А.К. Канаев, В.А. Кудряшов, А.К. Тощев. — М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2017. — 412 с. — Режим доступа: <https://umczdt.ru/books/44/62162/>

7. Канаев, А.К. Линии связи на железнодорожном транспорте: учебник / А.К.

Канаев, В.А. Кудряшов, А.К.Тощев.-М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ»,2017.- 412с.

8. Куделькина, Н.Н. Системы передачи данных [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Н.Н. Куделькина.- М.: ФГБОУ ДПО «УМЦ ЖДТ»,2017.- 156с.- Режим доступа: <https://umczdt.ru/books/44/18680/>

9. Куделькина Н.Н. Системы передачи данных: учеб.пособие. - М.: ФГПУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 156 с.

10.А.К., Кудряшов В.А., Тощев А.К. Линии связи на железнодорожном транспорте: учебник. – М.: ФГПУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 412 с.

11.Кулинич, Ю.М. Электрические измерения [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Ю.М. Кулинич, А.Н.Тепляков. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 114 с.- Режим доступа:<https://umczdt.ru/books/44/225475/>

12.Моченов А.Д., Крухмалев В.В. Цифровые системы передачи: учебник/ под ред. А.Д.Моченова. – М.: ФГПУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 336 с.

13.Пименов, В.Я. МДК.02.02 Технология диагностики и измерений параметров радиоэлектронного оборудования и сетей связи (тема 2.1): методика организации самостоятельной работы для спец. 11.02.06 (210420) Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования/В.Я. Пименов.- М.:ФГБОУ "УМЦ ЖДТ",2016

14.Сапожников, В.В.Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Вл.В. Сапожников и др.; под ред. Вл.В. Сапожникова. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. — 318 с.- Режим доступа:<https://umczdt.ru/books/41/39322/>

Периодические издания:

Автоматика, связь, информатика

Вестник СамГУПС

Железнодорожный транспорт

Логистика и управление цепями

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. СПС «Консультант Плюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
2. ЭБС Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте (ЭБ УМЦ ЖДТ) - Режим доступа: <https://umczdt.ru/>
3. ЭБС издательства «Лань»- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС BOOK.RU- Режим доступа: <https://www.book.ru/>
5. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <https://urait.ru/>

