МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Кафедра «Сети и системы связи»

«Утверждаю»
Зав.кафедрой ССС, д.т.н., профессор



_____А.В.Росляков
«30» августа 2022г.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по дисциплине
«Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы»
для студентов заочного отделения направления подготовки
11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки
Оптические и проводные сети и системы связи
Часть II

Обсуждено
на заседании кафедры ССС
«30» августа 2022г.
Протокол №1

2022 г.

Содержание

Раздел 1 Характеристика и этапы развития сетей электросвязи**……** 3
1.1 Принципы организации и функционирования систем электросвязи… 3
1.2 Принципы построения ЕСЭ РФ……. 6
Раздел 2 Принципы построения и структура ЕСЭ РФ. Система нумерации телефонных сетей …… 10
2.1 Структура телефонной сети РФ……. 10
2.2 Принципы построения ГТС…….. 12
2.3 Принципы построения СТС…… 15
2.4 Система телефонной нумерации на ЕСЭ РФ…… 16
Раздел 3 Характеристика технологий построения сетей доступа……... 21
3.1 Место сети доступа в инфокоммуникационной системе…… 21
3.2 Классификация технологий доступа…… 22
3.3 Архитектура и технологии PON…… 27
Раздел 4 Принципы построения интеллектуальной сети……. 32
Раздел 5 Сети связи следующего поколения NGN……... 35
5.1 Характеристика и требования к инфокоммуникационным услугам…. 35
5.2 Общая архитектура и технологии сети NGN…… 37
5.3 Классификация и характеристика оборудования NGN…….. 42
5.4 Протоколы сетей NGN…… 44
Раздел 6 Принципы построения и архитектура подсистемы IMS……..… 54
6.1 Концепция мультимедийной подсистемы IMS…… 54
6.2 Трехуровневая архитектура подсистемы IMS…….. 55
Рекомендуемая литература……. 61

РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

1.1 Принципы организации и функционирования систем электросвязи

Как уже отмечалось в разделе 1.2 конспекта лекций по дисциплине «Мультисервисные сети связи и коммутационные платформы», 1 часть, сеть электросвязи (СЭС) - представляет собой совокупность технических средств, предназначенных для передачи/приёма одного или нескольких видов сообщений: телефонных, телеграфных, факсимильных, данных и других видов документальных сообщений, включая обмен информацией между ЭВМ, телевизионное, звуковое и иные виды радио- и проводного вещания.

Сети электросвязи, обеспечивающие предоставление потребителям наряду с традиционными (телефонными, телеграфными, звукового и телевизионного вещания) услугами связи возможность передавать и принимать данные, стали называть *телекоммуникационными сетями*.

Сеть электросвязи, предназначенная для обслуживания трафика различных телекоммуникационных приложений (речь, видео, данные), называется *мультисервисной сетью* (МСС).

Принципы организации и функционирования систем электросвязи обусловливаются составом и взаимодействием элементов, ее составляющих.

На первых этапах развития сетей электросвязи их структура выбиралась в соответствии с типом передаваемой информации и особенностями её распределения, характерными для конкретного вида электросвязи. Это обстоятельство тормозило развитие обособленных сетей и не позволяло повысить эффективность совокупности сетей в масштабах страны. Поэтому уже в начале 60-х годов прошлого века было принято решение о создании Единой автоматизированной сети связи (ЕАСС), которая базировалась на объединении разрозненных и многочисленных мелких сетей в общегосударственные сети каждого вида электросвязи, а затем в единую сеть с целью совместного использования определенных технических средств, и, в первую очередь, систем передачи и систем коммутации.

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

Первичная сеть - совокупность узлов коммутации и линий передач. Предназначена выполнять роль транспортного механизма по передаче любых видов сообщений в виде однотипных электрических, оптических или радиосигналов совокупность сетевых станций, сетевых узлов (дать определение в приложении) и соединяющих их линий передачи, которая позволяет организовывать сеть каналов передачи и групповых трактов.

Структура первичной сети (рис.1.1) учитывает административное разделение территории страны. Вся территория Росси поделена на зоны,

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

- *местные первичные сети* – часть сети, ограниченная территорией города или сельского района;

- *зоновые первичные сети* – часть сети, охватывающая территорию зоны (область, край, республика), обеспечивающая соединение между собой каналов разных местных сетей внутри одной зоны;

- *магистральная первичная сеть* – часть сети, соединяющая между собой каналы разных зоновых сетей на всей территории страны.

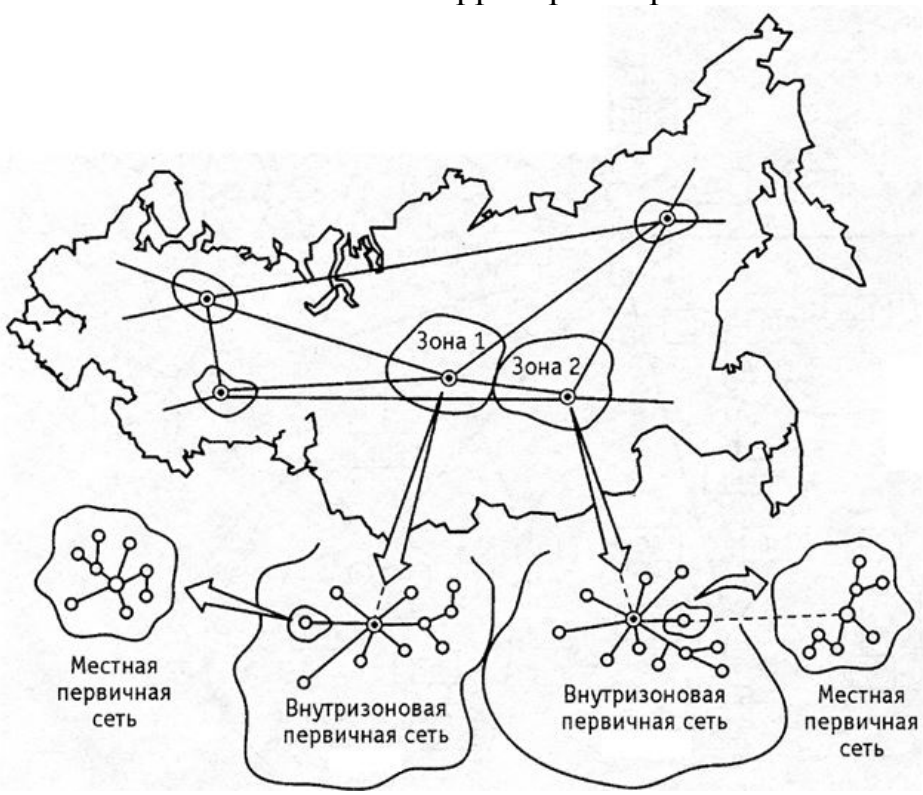


Рис. 1.1 - Структура первичной сети

Вторичные сети строятся на основе ресурсов первичной сети и представляют собой совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сообщений определенного вида. По способам коммутации вторичные сети делятся на сети с коммутацией каналов (КК) и коммутацией пакетов (КП), причём каналы передачи могут быть коммутируемые и некоммутируемые.

Исторические изменения политической и экономической структуры России, произошедшие в конце XX века(1992 г), привели к формированию новой концепции построения сети связи - Взаимоувязанная сеть связи РФ (ВСС РФ).

ВСС РФ – это комплекс технологически сопряженных сетей электросвязи на территории РФ, объединенных общим централизованным управлением. При формировании концепции учитывалось, что ВСС РФ является составной частью Всемирной сети связи WCN (Worldwide communication network), а также общемировая практика построения национальных сетей с

использованием современных телекоммуникационных технологий, цифровая сеть связи страны стала подразделяться на две взаимоувязанных составляющих: *транспортную сеть* и *сеть доступа*.

Основное отличие ВСС РФ от ЕАСС – это построение цифровой сети связи для передачи любого вида информации (голоса, данных, видео) в цифровой виде, но с использованием технологий коммутация каналов и коммутации пакетов. С переходом в перспективе к использованию в качестве основной - технологию коммутации пакетов. В результате такого перехода ЕСЭ РФ должна была стать сетью следующего поколения (ССП) или NGN (Next Generation Network).

В 2003 году был принят новый Федеральный закон «О связи», предусматривающий с 1 января 2004 года начать новый этап в развитии российских телекоммуникаций - превращение российского общества на базе конвергентного объединения информатизации и телекоммуникации в электронно-информационное общество.

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

Эволюция сетей электросвязи показана на рис. 1.2. Архитектура ЕСЭ РФ представлена на рис. 1.3.

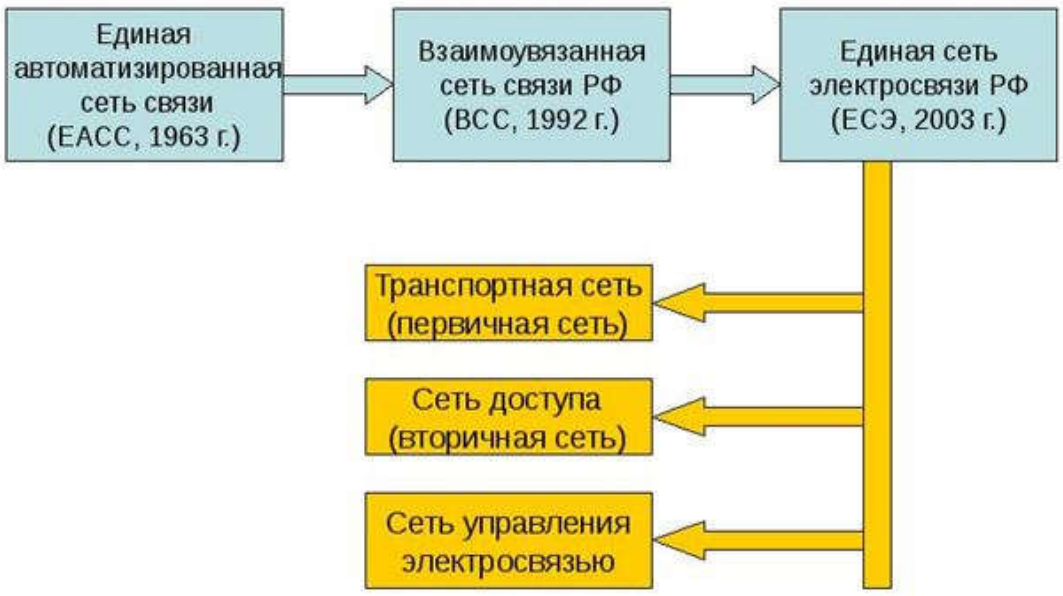


Рис. 1.2 - Эволюция сетей электросвязи

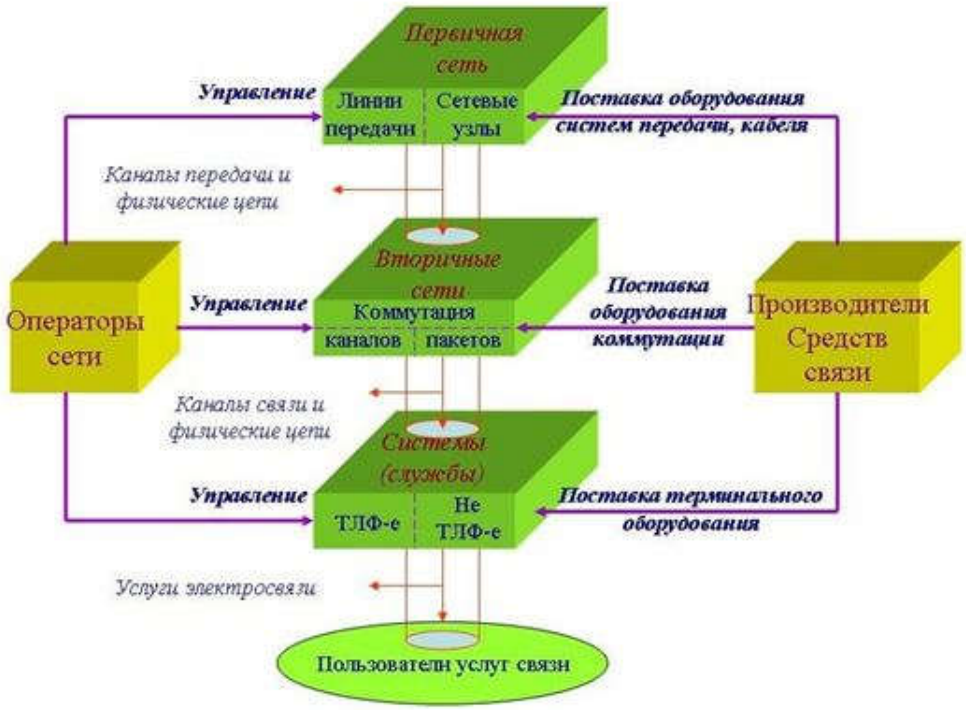


Рис. 1.3 - Архитектура ЕСЭ РФ

1.2 Принципы построения ЕСЭ РФ

Классификация сетей ЕСЭ РФ, осуществляемая по определенным признакам (рис.1.3), позволяет определить место каждой сети в системе электросвязи, выявить свойства сетей с разных точек зрения на основе системного подхода.

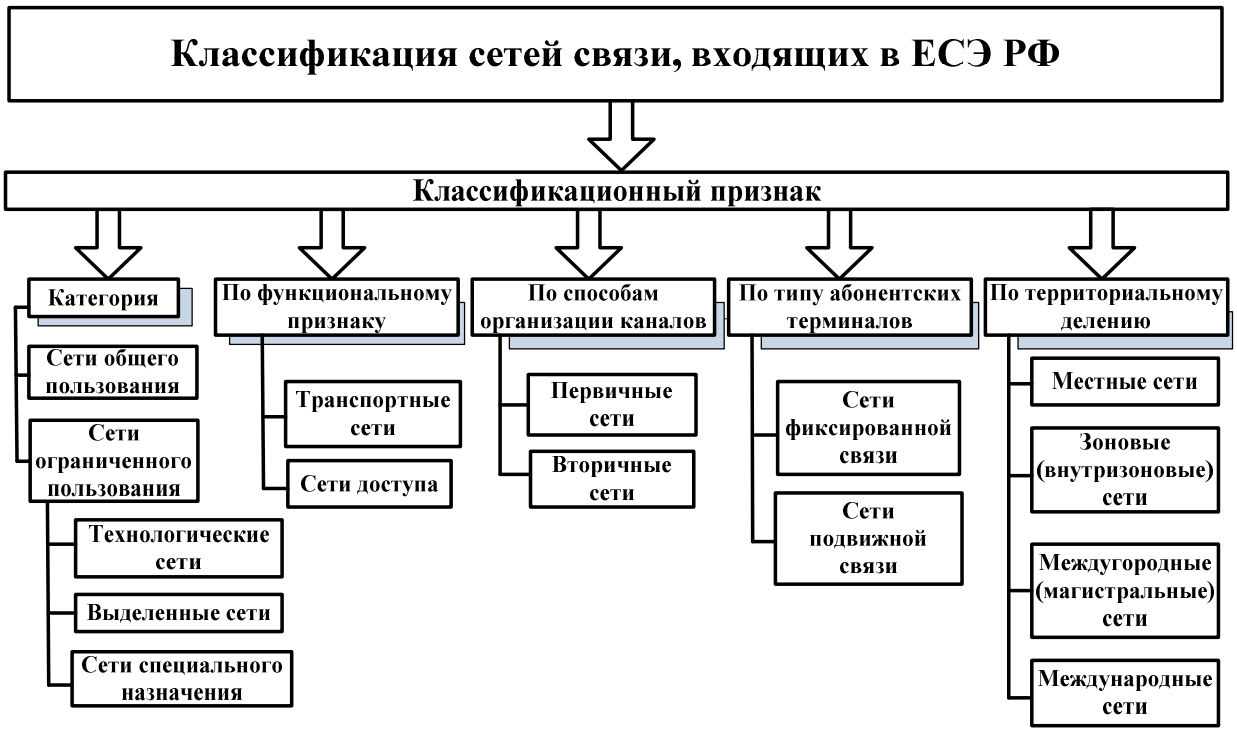


Рис. 1.4 - Классификация сетей ЕСЭ РФ

Классификация сетей по категориям:

- *сети общего пользования* предоставляют услуги электросвязи любому пользователю на территории Российской Федерации. СОП представляет собой комплекс взаимодействующих сетей связи, включая сети связи для распространения программ телевизионного и радиовещания;

- *сети ограниченного пользования*:

а) технологические сети (ведомственные, корпоративные сети);

б) сети специального назначения (для управления, нужд обороны, нужд МЧС);

в) выделенные сети связи (не имеют выхода на сеть связи общего пользования).

Классификация сетей по функциональному признаку (рис. 1.5):

- транспортные сети;
- сети доступа.

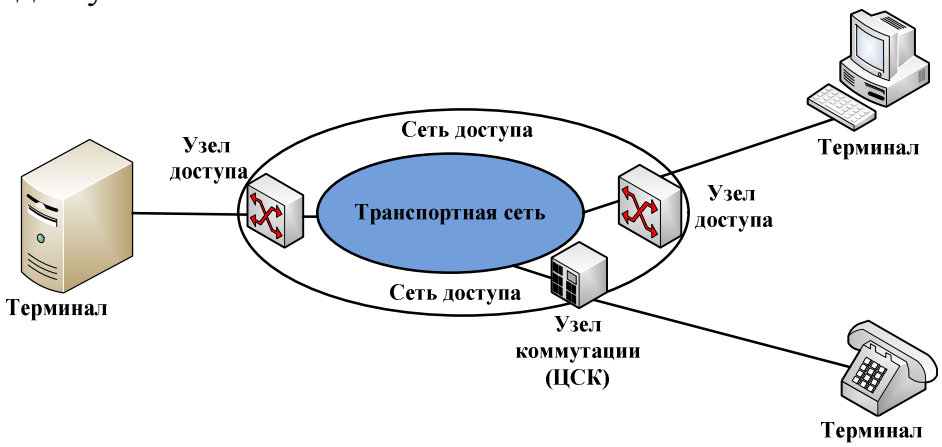


Рис. 1.5 - Разделение сетей по функциональному назначению

Транспортная сеть связи обеспечивает передачу информации в едином виде и включает в себя междугородную (магистральную) и зоновые (региональные) сети связи.

Сеть доступа обеспечивает унифицированное подключение различных абонентских терминалов к единой транспортной сети и состоит из абонентских линий (на металлических или оптических кабелях или радиоканалах) с подключенными к ним абонентскими оконечными устройствами местных станций коммутации, соединяющих их линий передачи и линий передачи к узлам транспортной сети. Сеть доступа является местной сетью.

По территориальному признаку и назначению первичные и вторичные сети подразделяются на магистральную (междугородную - для вторичных сетей), внутризоновые (зоновые) и местные сети, а также международные сети.

Магистральные, внутризоновые и часть местных цифровых наложенных первичных сетей являются основой транспортной цифровой сети связи РФ. Местные и первичные сети на участке «местный узел - оконечное устройство» являются сетью доступа (рис. 1.6).

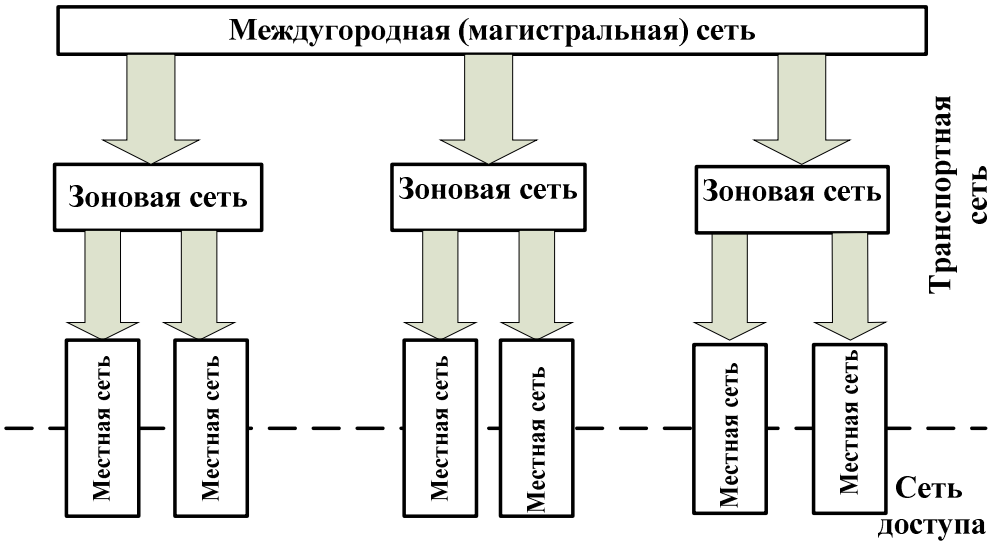


Рис. 1.6 – Организация взаимодействия транспортной сети и сети доступа на ЕСЭ РФ

Составным элементом ЕСЭ являются *службы электросвязи*. Служба электросвязи - это организационно-техническая структура, созданная на базе сети связи (или совокупности сетей связи), в задачи которой входит обеспечение обслуживания связью пользователей с целью удовлетворения их потребностей в определенном наборе услуг электросвязи.

Все службы и сети ЕСЭ управляются соответствующими системами управления, обеспечивающими выполнение службами и системами связи определенных требований в отношении устойчивости функционирования.

Различают три вида служб электросвязи:

- службы речевого обмена;
- службы документальной электросвязи;
- службы мультимедиа.

Классификация служб электросвязи представлена на рис. 1.7.

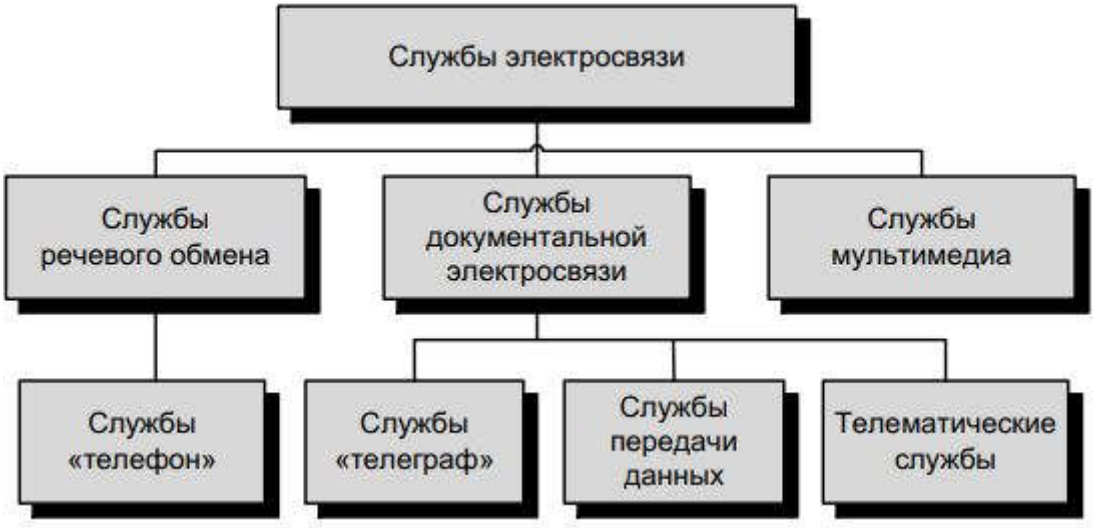


Рис. 1.7 - Классификация служб электросвязи

По числу служб электросвязи различают *моносервисные сети* и *мультисервисные сети*.

К моносервисным сетям относятся традиционные сети связи (телефонные сети общего пользования ТфОП, сети передачи данных СПД), которые характеризуются узкой специализацией: для каждого вида связи существует отдельная сеть, которая требует технического обслуживания, при этом свободные ресурсы одной сети не могут использоваться другой сетью.

Мультисервисная сеть позволяет отказаться от многочисленных наложенных вторичных сетей, обеспечить внедрение новых услуг с различным требованием к объему передаваемой информации и качеству её передачи. Мультисервисная сеть образует единую информационно-телекоммуникационную структуру, которая поддерживает все виды трафика (данные, голос, видео) и предоставляет все виды услуг (традиционные и новые, базовые и дополнительные) в любой точке, в любое время, в любом наборе и объеме.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО РАЗДЕЛУ 1

1.1. Что такое сеть электросвязи?

1.2. Что такое ЕАСС?

1.3. Дайте характеристику первичной сети.

1.4. Дайте характеристику вторичной сети.

1.5. Поясните, как проходила эволюция проводных и беспроводных сетей связи.

1.6. Что учитывает структура первичной сети?

1.7. Перечислите основные части первичной сети.

1.8. Что такое ВСС РФ?

1.9. В чем основное отличие ВСС РФ от ЕАСС?

1.10. Что такое ЕСЭ РФ?

1.11. Перечислите классификационные признаки сетей связи, входящих в ЕСЭ РФ?

1.12. Назовите состав сетей ограниченного пользования.

1.13. На какие сети можно разделить сети связи по функциональному признаку?

1.14. В чем назначение транспортной сети связи?

1.15. В чем назначение сети доступа?

1.16. Что такое служба электросвязи?

1.17. Назовите основные виды служб электросвязи.

1.18. Когда и какие программы построения сетей связи были приняты в СССР/России? В чем их принципиальное отличие между собой?

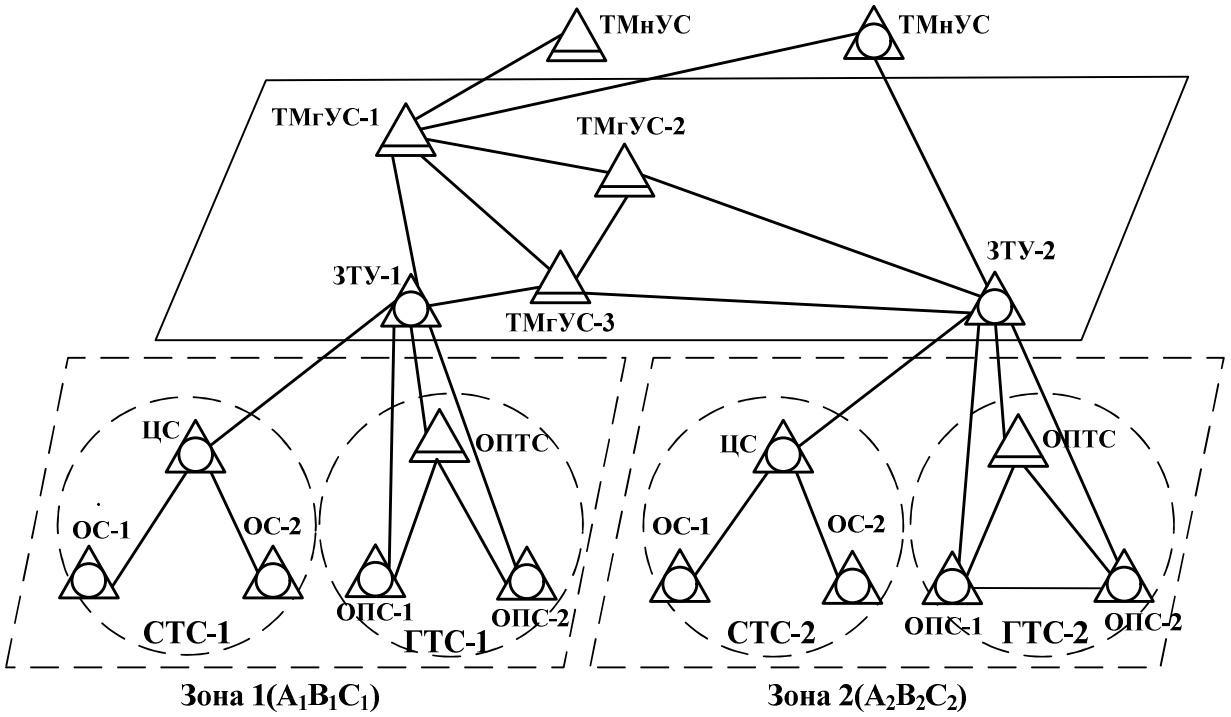
1.19. В чем разница деления сетей на первичные и вторичные от деления на транспортные сети и сети доступа?

1.20. Чем отличаются моносервисные сети от мультисервисных сетей?

РАЗДЕЛ 2 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И СТРУКТУРА ЕСЭ РФ. СИСТЕМА НУМЕРАЦИИ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ

2.1 Структура телефонной сети РФ

Структура телефонной сети РФ (ТфОП) показана на рис. 2.1.



ЗТУ-зоновый транзитный узел
ТМнУС – транзитный международный узел связи
ТМгУС – транзитный междугородный узел связи
ЦС – центральная станция СТС
ОПС – опорная телефонная станция.
ГТС – городская телефонная сеть
СТС – сельская телефонная сеть
ОС – оконечная станция
ОПТС – опорно-транзитная станция

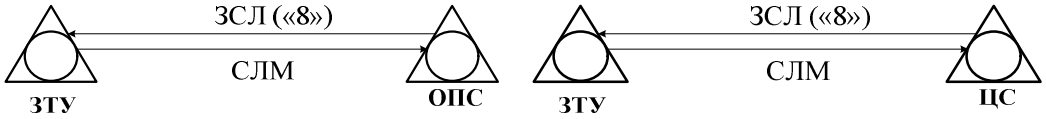
Ранее ТМгУС назывались *узлами автоматической коммутации* - *УАК*;.

ТМнУС назывались *международными центрами коммутации* - МЦК и *международными телефонными станциями* - МНТС;

ЗТУ назывались *автоматическими междугородными телефонными станциями* - АМТС.

Рис. 2.1 - Структура телефонной сети РФ

Каждая ОПТ/ОПТС городской телефонной сети или ЦС сельской телефонной сети связана с ЗТУ пучками заказно-соединительных линий (ЗСЛ) и соединительными линиями междугородными (СЛМ), как показано на рис. 2.2.



а) для ГТС б) для СТС

Рис. 2.2 - Организация связи с ЗТУ

В соответствии с представленной рис. 2.1 структурой ЕСЭ РФ можно выделить следующие уровни телефонных сетей:

- *1 уровень* - российский фрагмент международной сети. Представляет собой совокупность ТМнУС, связанных между собой международными каналами. Эта сеть строится транснациональными операторами связи и национальными
администрациями связи для взаимодействия, как правило, с соседними государствами;

- *2 уровень* - национальная сеть (федеральная или междугородная), представляющая собой сеть ТМгУС и включенных в них ЗТУ, связанных междугородными каналами.

Сети такого типа строятся на территории отдельного государства, обеспечивают связь внутри страны и выход на международную сеть. В зависимости от величины территории государства национальные сети, в свою очередь, могут иметь несколько уровней.

На территории РФ действуют 7 ТМгУС, обслуживающих крупные регионы РФ (Центр, Северо-Запад, Юг, Поволжье, Урал, Сибирь, Дальний Восток). ТМгУС связаны между собой по принципу «каждый с каждым».

ЗТУ - выполняют функции оконечных узлов междугородной сети и одновременно транзитных узлов одной зоновой сети, на территории которой он расположен.

В настоящее на территории РФ функционирует около 100 ЗТУ (количество их определяется количеством зон семизначной нумерации). Они устанавливлены в административных центрах республик, областей, краев или в крупных городах. ЗТУ связаны минимум с двумя ТМгУС, один из которых находится в зоне данного ЗТУ, второй - соседний (например, Самарский ЗТУ имеет выход на 4 ТМгУС в городах Самара, Москва, Ростов-на-Дону, Екатеринбург).

Национальная сеть связи РФ относится к 7-ой зоне всемирной нумерации и предназначена для пропуска транзитной нагрузки, создаваемой на более низких уровнях (втором и третьем) и связывает все субъекты Российской Федерации.

- *3 уровень* - внутризоновые сети (72 зоны) в пределах отдельной зоны семизначной нумерации. Используются для соединения местных телефонных сетей в пределах отдельной зоны семизначной нумерации.

Внутризоновая сеть не имеет узлов коммутации, так как УК входят в состав ГТС или СТС. Внутризоновая сеть содержит только каналы передачи, то есть линии связи и системы передачи (аппаратуру уплотнения).

- *4 уровень* - местные телефонные сети (ГТС, СТС, ведомственные сети и т.д.).

ГТС создаются на территории городов и крупных населенных пунктов городского типа, СТС - на территории сельских административных районов.

Местные сети предназначены для телефонной связи внутри данной сети, а также для выхода на внутризоновую сеть и через нее - на междугородную и международную сети.

Разные местные телефонные сети даже в пределах одной междугородной зоны семизначной нумерации связываются только через внутризоновую сеть (через ЗТУ).

ГТС может иметь прямой выход на междугородную сеть (минуя зоновую сеть), если ЗТУ находится на территории данного города.

Сети подвижной связи могут включаться в ЕСЭ РФ как на междугородном (федеральном), так и на местном уровне.

2.2 Принципы построения ГТС

ГТС - совокупность линейных и станционных сооружений, с помощью которых обеспечивается телефонная связь на территории данного города. Основными структурами построения ГТС являются:

1. *Нерайонированная* ГТС - это сеть, имеющая одну АТС, к которой подключаются абонентские линии (АЛ). Основным недостаток такого способа построения ГТС является большая протяженность АЛ (дорого) и большое затухание в абонентских линиях (АЛ). Принцип построения нерайонированной ГТС показан на рис. 2.3.

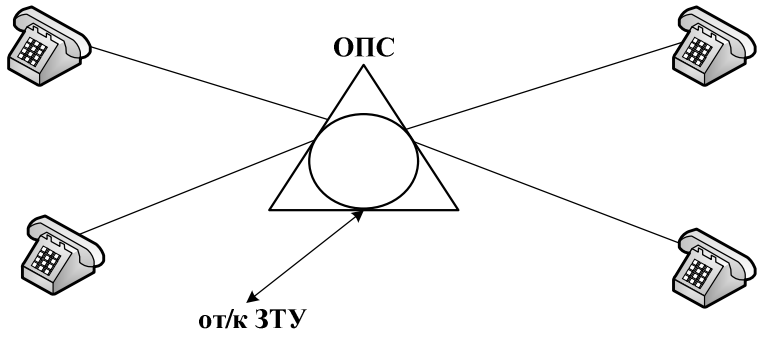


Рис. 2.3 - Принцип построения нерайонированной ГТС

При использовании аналоговых ОПС (РАТС) максимальная емкость такой ГТС - 8000 номеров. Нумерация - пятизначная.

Если в качестве ОПС на нерайонированной сети используется ЦСК, то емкость такой сети может определяться производительностью управляющего комплекса конкретной ЦСК. При емкости сети больше 8 тысяч номеров переходят на районированное построение ГТС.

2. *Районированная ГТС.* В этом случае территория города разбивается на несколько районов, в каждом из которых устанавливается своя станция. Соединение ОПС осуществляется по принципу *«каждая с каждой»* (рис.2.4).

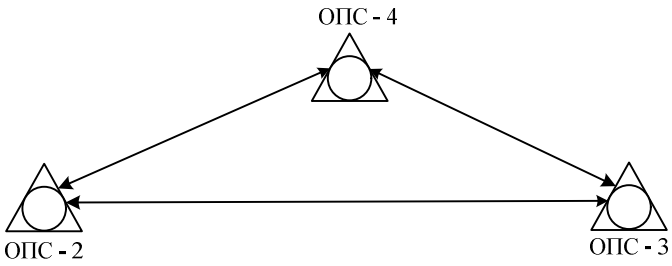


Рис. 2.4 - Принцип построения районированной ГТС

Нумерация на районированной ГТС пятизначная: «***а***хххх», где «***а***» - индекс ОПС. Максимальная емкость такой сети при использовании аналоговых систем коммутации 80 тысяч номеров, так как абоненты каждой ОПС имеют выход к ЗТУ и УСС.

Основное достоинство такой структуры - наличие только одного участка в тракте межстанционной связи (МСС), что упрощает передачу управляющих и линейных сигналов и улучшает показатели надежности сети.

Основной недостаток - при большом числе ОПС появляется много межстанционных пучков с низким использованием, что ведет к удорожанию стоимости линейных сооружений (затраты на линейные сооружения могут достигнуть 40 - 50% от общей стоимости сооружений ГТС). Большое число мелких пучков МСС приводит к снижению их использования.

3. *Сети с УВС* (узел входящей связи) (рис. 2.5). С ростом емкости ГТС стали создавать узловые районы. Территория города стала разбиваться на узловые районы. Связь между ОПС одного узлового района осуществляется по принципу «каждая с каждой», а с ОПС других узловых районов через соответствующий УВС. Предельная емкость УР (узлового района) при использовании аналогового координатного оборудования УВС- 200 тысяч номеров. Нумерация на сети - шестизначная: 1-ая цифра номера соответствует номеру УВС, 1-ая и 2-ая цифра номера - коду ОПС.

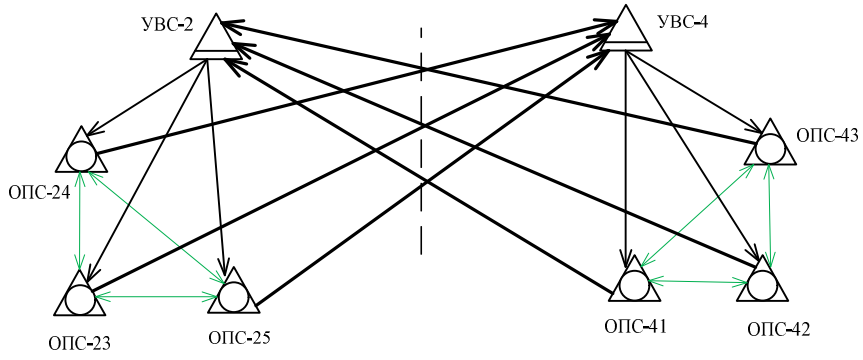


Рис. 2.5 - Принцип построения ГТС с УВС

Достоинство такой структуры**:** укрупнение пучков МСС, что ведет к повышению использования соединительных линий. Соответственно сеть становится более экономичной. Недостаток: появление в тракте между абонентами дополнительного участка, что может привести к дополнительным потерям сообщений и снижению качества обслуживания.

4. *Сеть с УВС и с УИС* (узел исходящей связи)(рис. 2.6).

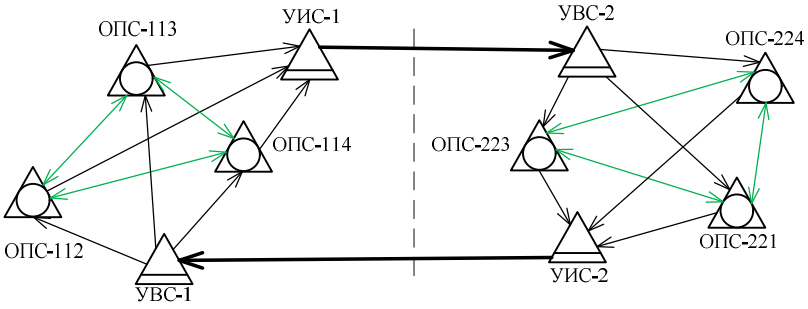


Рис. 2.6 - Принцип построения сети с УВС и УИС

При построении сетей такой структуры территория города делится на зоны. Каждая зона может включать до 10 узловых районов емкостью 100 тысяч номеров каждый. Нумерация на сети может использоваться комбинированная: шести и семизначная или полностью семизначная.

При семизначной нумерации: 1-ая цифра определяет выход к соответствующей зоне - миллионной группе абонентов; 2-ая цифра – выход к узловому району выбранной группы; 3-я цифра – выход к ОПС, куда включена линия требуемого абонента. Код ОПС стал трехзначным.

Основные достоинства и недостатки такой структуры аналогичны сетям с УВС.

Рассмотренные выше структуры ГТС связаны с аналоговыми системами коммутации. С появлением на сетях цифровых систем коммутации структура ГТС стала изменяться. Основными стратегиями цифровизации ГТС стали:

1) стратегия «наложения» - состоящая в том, что цифровая телефонная сеть как бы накладывается на существующую аналоговую телефонную сеть, то есть вновь вводимые цифровые ОПС (цифровые узлы коммутации - ЦСК) какое-то время продолжают действовать наряду с аналоговыми станциями сети;

2) «островная» стратегия - предусматривает внедрение ЦСК в некоторых районах города, территориально неохваченных аналоговой телефонной сетью;

3) «прагматическая» стратегия - предусматривает эксплуатацию аналогового оборудования на сети более длительные сроки, а замена на цифровое оборудование производится только тогда, когда это требуется по техническим или экономическим причинам.

Основной стратегией цифровизации ГТС средней и большой емкости стало создание «наложенных» аналогово-цифровых сетей, где в качестве транспортных сетей создаются кольцевые структуры с использованием ВОЛС. Как правило, данные цифровые кольца работают с использованием ЦСП SDH (синхронная цифровая иерархия).

Подключение аналоговых станций к цифровому SDH-кольцу может осуществляться непосредственно через мультиплексор ввода-вывода (МВВ) - STM (синхронный транспортный модуль) или через какую-то цифровую станцию, которая будет выполнять функции ОПТС (опорно-транзитной станции). Чаще всего к цифровой ОПТС подключается УВС. Пример структуры

«наложенной» аналогово-цифровой ГТС показан на рис. 2.7. ЦСК позволили интенсивно телефонизировать городские и сельские населенные пункты.

С появлением сетей подвижной связи, абоненты которых используют нумерацию не только федеральной сети, но и ГТС, возникла необходимость перехода ГТС средней емкости с шестизначной на семизначную нумерацию. В этом случае функции УВС и УИС стал совмещать цифровой узел коммутации (УК), так называемый цифровой УИВС- это одна или несколько ЦАТС, перешедших при этом в ранг ОПТС. Примером «наложенной» сети является Самарская ГТС, где с переходом на семизначную нумерацию было создано 3 миллионные зоны: 2-ая; 3-ья и 9-ая.

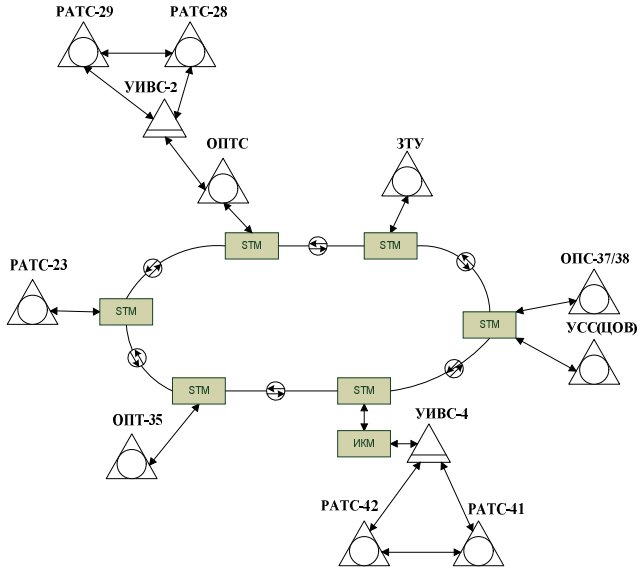


Рис. 2.7 - Структура транспортной сети аналогово-цифровой ГТС

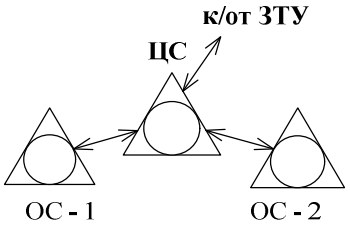
Существовавшие ранее сети связи общего пользования (ССОП), перестали отвечать возросшим требованиям потребителей в услугах связи, стали сдерживающим фактором на пути внедрения новых инфокоммуникационных услуг, интенсивный рост объёмов которых стал негативно сказываться на показателях качества обслуживания вызовов и базовых услуг существующих сетей связи.

Эти причины привели к разработке концепций сети связи следующего поколения NGN (Next Generation Network). Такая сеть связи позволяет обеспечивать предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений.

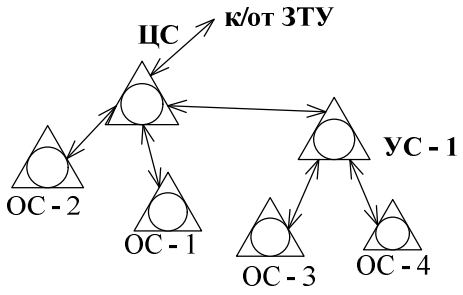
2.3 Принципы построения СТС

СТС предназначены для обеспечения телефонной связью жителей сельских районов соответствующих географических зон.

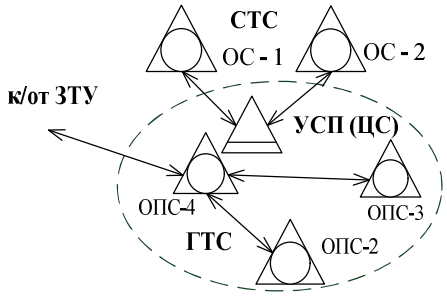
Основные структуры СТС представлены на рис. 2.8.



а) радиальная структура СТС



б) радиально-узловая структура СТС



в) комбинированная структура СТС

ЦС - центральная станция; ОС - оконечная станция; УС - узловая станция;
УСП (ЦС) - узел сельской пригородной связи

Рис. 2.8 - Принципы построения СТС

При комбинированной структуре СТС (КТС) функцию центральной станции выполняет УСП (узел сельско-пригородной связи), организованный на одной из ОПС ГТС. Автоматическая междугородняя связь абонентам СТС может предоставляться либо через УСП непосредственно, либо через ОПС, на которой организован УСП.

Нумерация на СТС - пятизначная. Она может быть открытой или закрытой. При открытой системе нумерации абонент для внутристанционных соединений использует сокращенный трех- или четырехзначный номер, а для связи с абонентами других станций СТС набирает 5 цифр абонентского номера. При закрытой (единой) системе нумерации абонент СТС всегда набирает одинаковое количество (пять) цифр номера.

2.4 Система телефонной нумерации на ЕСЭ РФ

Номер - это десятичное число, последовательность цифр в котором определена специальным планом. *План* - это формат и структура номеров, используемых в данном плане.

Различают *международный план* нумерации и *национальный план* нумерации. Под национальным планом нумерации понимается реализация международного плана в конкретной стране, группе стран, глобальной службе или сети.

Международным планом нумерации каждой конкретной стране или группе стран, глобальной службе или сети присвоен код, называемый кодом

страны. Например, для Мексики выделен код 152, для Финляндии – 358, США, Канаде и ещё группе стран Центральной Америки присвоен общий код «1». Код 881 назначен МСЭ-Т для глобальных систем подвижной спутниковой связи.

Главным принципом построения международного плана нумерации является зоновый принцип. Третья Пленарная Ассамблея МККТТ(1964г.) приняла план построения мировой нумерации и распределение кодов между странами. Весь мир был разбит по географическому принципу на 9 зон, отличающихся значением первого знака в коде страны:

1 - зона стран Северной и Центральной Америки;
2 - зона стран Африки;
3 и 4 - зона стран Европы и бассейна Средиземного моря;
5 - зона стран Южной Америки;
6 - зона стран Австралии и Океании;
7- зона России и Казахстана
8- зона стран Азии и Дальнего Востока
9- зона стран Азии и Ближнего Востока.

Национальная нумерация РФ так же построена по зоновому принципу. Каждой зоне нумерации назначается свой трехзначный код. В плане нумерации РФ используется понятие географической и негеографической зон.

Географическая зона организуется на территории субъекта РФ и ей присваивается код АВС. Каждая зона, имеющая код АВС, использует единую семизначную нумерацию (в Самаре код АВС-846). Каждая стотысячная группа номеров зоны имеет код ab. Таких кодов 80 (0 и 8 в качестве «а» не используются).

Негеографическая зона нумерации организуется на базе сети или услуги и ей присваивается код DEF (сухопутные сети подвижной связи -ССПС, корпоративные сети, услуги, предоставляемые интеллектуальными сетями.

Структура номера для географических зон приведена на рис. 2.9, а структура национального плана нумерации РФ имеет вид, приведенный на рис. 2.10.



Рис. 2. 9 - Структура нумерации для географических зон

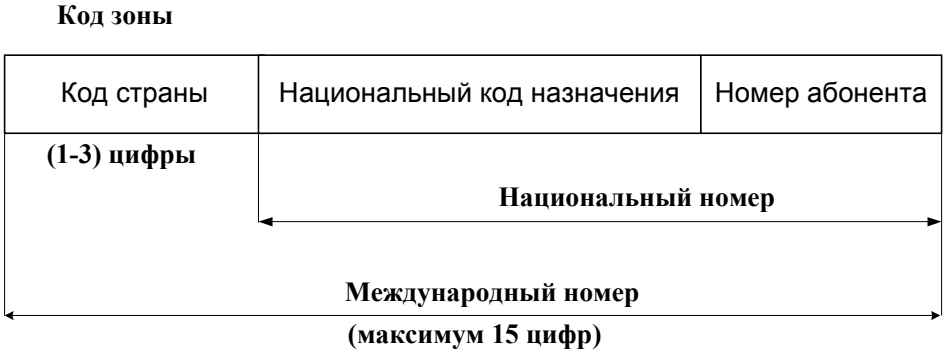


Рис. 2.10 - Структура национального плана нумерации РФ

В коде географической зоны нумерации АВС в соответствии с принятым в 1999 г. новым планом нумерации седьмой зоны всемирной нумерации в качестве «А» будут использоваться цифры «3», «4», «8». Использование в качестве «А» цифр «0», «1», «2» не допускается.

Зоновый номер абонента, как правило, содержит семь знаков. При семизначной нумерации на местных сетях зоновый номер совпадает с абонентским номером. Для образования зонового номера абонента местной телефонной сети центра субъекта РФ при пятизначной нумерации в качестве «ab» используются цифры 22, при шестизначной нумерации в качестве «a» используется цифра 2.

В понятие нумерации входит «*префикс*». *Префикс* - это десятичное число, состоящее из одной или нескольких цифр, позволяющее выбрать различные форматы номеров сети и/или служб. Префиксы разделяются на международные, межзоновые (национальные) и местные.

Все абоненты местной сети должны иметь одинаковый по значности номер. В настоящее время в качестве первой цифры номера абонента нельзя использовать «0» (используется для выхода к спецслужбам) и «8» (используется в качестве национального префикса).

На ЕСЭ РФ в настоящее время применяются следующие префиксы:

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

Планируется введение Пмн=00 и Пн=0.

Предусмотрено введение отдельных номеров: «112» - служба спасения, «118» - справочная служба, «1» - выход на узел спецслужб.

В соответствии с национальным планом нумерации на ГТС должна применяться только закрытая система нумерации. Для нумерации абонентов СТС в настоящее время может применяться как открытая, так и закрытая система нумерации. В перспективе - только закрытая.

При закрытой системе нумерации число знаков абонентского номера не зависит от места коммутационной станции в зоне нумерации и маршрута установления соединения. Оно одинаково для всех абонентских зон.

При открытой системе нумерации число знаков абонентского номера переменно и зависит от места ОПС в зоне нумерации и маршрута установления соединения.

В негеографических зонах нумерации применяется закрытая семизначная нумерация абонентов, допускается создание групп абонентов, объединенных отдельным планом нумерации. Абоненты таких групп при исходящей связи для осуществления вызова вне своей группы должны набирать префикс $П_н$.

Абоненты негеографических зон нумерации для связи между собой используют план набора «abxxxxx». Разрешается использование плана наборов «$П_н$ DEF abxxxxx» или план набора «$П_{мн}$ 7DEFabxxxxx», который используется только при заказе абонентом соответствующей услуги, например, при заказе услуги интеллектуальной сети код DEF имеет вид:

800 – бесплатный вызов;

802 – вызов по кредитной карте;

809 – услуга за дополнительную плату;

804 – универсальный номер доступа.

Для вызова абонентов других зон нумерации используется план набора следующего вида: «$П_н$ DEFabxxxxx» или «$П_н$ ABCabxxxxx».

Номера в плане нумерации могут использоваться следующим образом:

- присваиваются каждому абонентскому терминалу (стационарному или мобильному), причем допускается, чтобы одному и тому же абонентскому терминалу было присвоено несколько номеров;
- нумерация используется для обеспечения доступа к специальным службам, к которым относятся экстренные службы, службы операторов связи (справочные, технические поддержки), междугородные и международные информационно-справочные службы, муниципальные и другие службы (заказ такси, служба погоды);
- номера используются для организации доступа абонентов телефонных сетей к сетям передачи данных и персонального радиовызова;
- номера используются для вызова заказно-справочных служб междугородной и международной телефонной связи.

Для расширения номерной емкости на Московской ГТС перешли на 10-ти значный номер, как при местной, так и при междугородной связи:

- в качестве кода для местной связи используются коды АВС: 495 и 499;
- при междугородной связи – коды АВС: 498 и 496.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО РАЗДЕЛУ 2

2.1.Сколько уровней имеет ЕСЭ РФ?

2.2. Назовите основные типы структуры ГТС.

2.3. Чему равна максимальная емкость районированной сети без узлов?

2.4. Чему равна максимальная емкость районированной сети с УВС?

2.5. Чему равна максимальная емкость районированной сети с УВС и УИС?

2.6. Назовите основные структуры СТС.

2.7. Сравните достоинства и недостатки ГТС с УВС и районированной ГТС.

2.8. Какие функции выполняет ЗТУ?

2.9. Какие функции выполняет ТМгУС?

2.10. Перечислите основные стратегии цифровизации ГТС.

2.11. Что такое «номер»?

2.12. Что является главным принципом построения международного плана нумерации?

2.13. Что такое «префикс»?

2.14. Что такое ABC и DEF в понятии нумерации?

2.15. Какая нумерация не используется на районированной ГТС без узлов.

2.16. Какая нумерация используется для районированной сети с УВС

2.17. Какая нумерация не используется для районированной сети с УВС и УИС.

2.18. Дайте характеристику открытой системы нумерации.

2.19. Дайте характеристику закрытой системы нумерации.

2.20. Какие цифры в коде географической зоны нумерации ABC будут использоваться в качестве «A»?

2.21. Какие цифры в коде географической зоны нумерации ABC нельзя будет использовать в качестве «A»?

2.22. Поясните структуру национального плана нумерации РФ.

2.23. Что входит в понятие международный префикс ?

2.24. Что входит в понятие национальный префикс ?

2.26. Какие префиксы применяются в плане набора номера на телефонной сети общего пользования Российской Федерациив настоящее время? Как они изменятся в перспективе?

РАЗДЕЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ДОСТУПА

3.1 Место сети доступа в инфокоммуникационной системе

Сети доступа (Access Network – AN) - это сети, позволяющие обеспечить доступ индивидуальных и/или корпоративных терминальных устройств пользователя к оконечному узлу транзитной сети. Место сети доступа в модели инфокоммуникационной системы в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т серии Y.2000 показано на рис. 3.1.

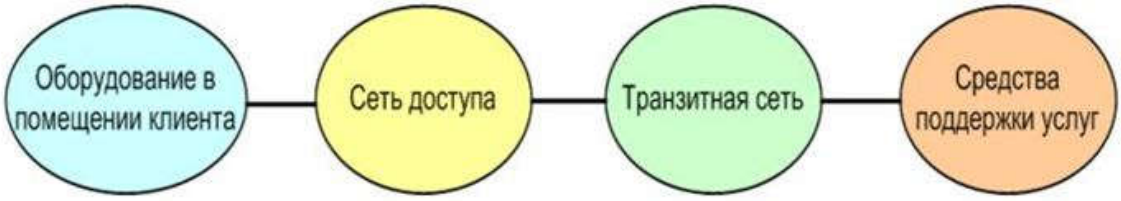


Рис. 3.1 – Место сети доступа в модели инфокоммуникационной системы

В качестве терминальных устройств пользователя можно рассматривать как обычный телефонный аппарат, так и сложный комплекс аппаратно-программных средств - учрежденческая АТС (УАТС), локальную сеть Ethernet и прочее оборудование связи. В простейшем случае функции сети доступа для подключения индивидуальных пользователей может выполнять обычная двухпроводная абонентская телефонная линия.

В состав сети доступа для подключения корпоративных пользователей могут входить:

- первичный цифровой тракт для подключения УАТС в местную телефонную сеть;
- цифровой тракт xEthernet, поддерживающий стек протоколов TCP/IP, для включения локальной сети в сеть Интернет;
- выделенные (арендуемые) линии, если они необходимы для включения того оборудования связи, которое не использует сеть телефонной связи или Интернет.

Функции транзитной сети состоят в установлении соединений между терминалами, включенными в различные сети абонентского доступа или между терминалом и средствами поддержания услуг.

Средства поддержки услуг (узлы услуг) относятся к устройствам, которые могут значительно различаться по своим функциональным возможностям. Это может быть автоинформатор или современный Центр обслуживания вызовов.

Сети доступа относятся к наиболее сложной и дорогой части телекоммуникационной сети. Они характеризуются большим набором интерфейсов и оборудования, использованием различных топологий и сред

передачи, разнообразными и иногда противоречивыми требованиями к их надёжности, производительности и стоимости.

3.2 Классификация технологий доступа

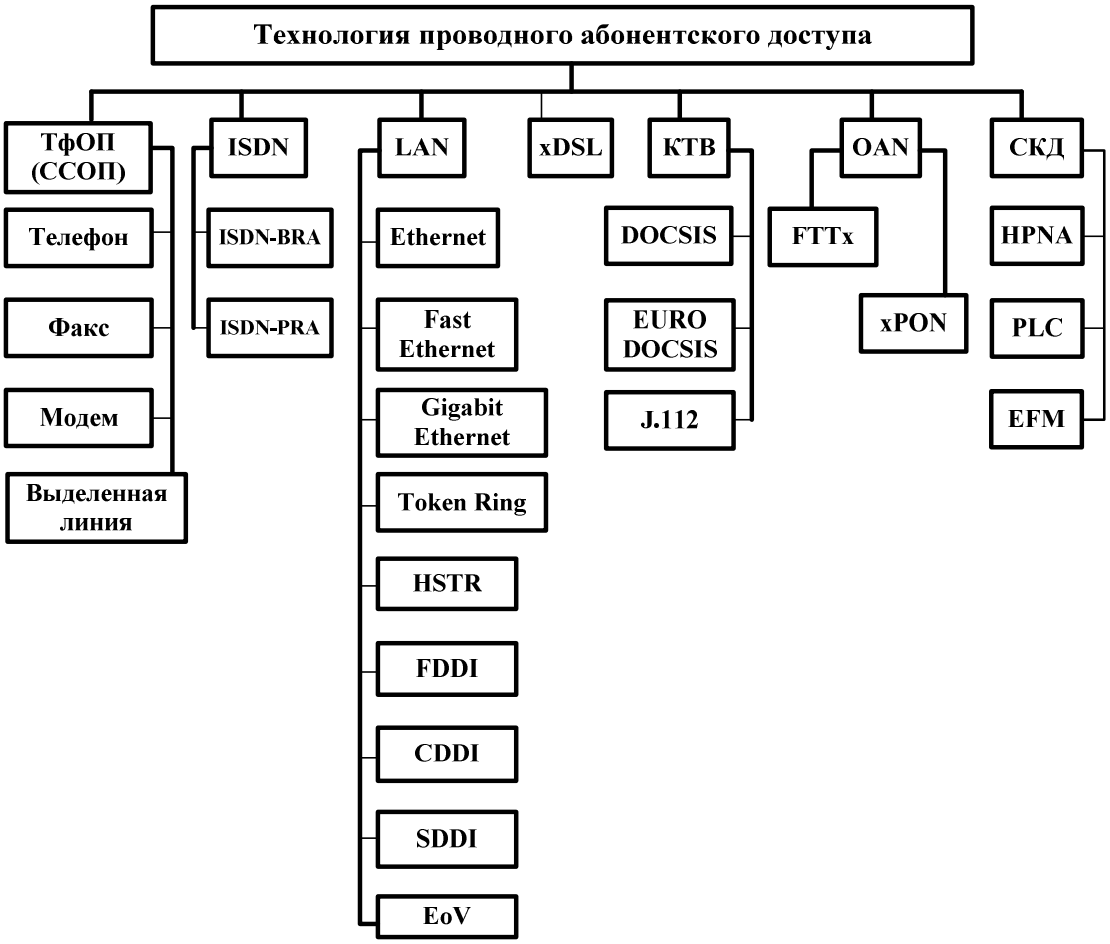
В зависимости от типа используемой среды передачи технологии, используемые в сетях доступа делятся на 3 вида:

Таблица 3.1

Классификация технологий доступа

Технологии доступа		
Проводные (wireline)	Беспроводные (wireless)	Комбинированные (mixed)
витая пара	радиосвязь	проводные+беспроводные
коаксиальный кабель	спутниковая связь	стационарные+мобильные
оптоволокно	лазерная связь	

Классификация технологий проводного доступа показана на рис. 3.2.



FTTx - волокно, доходящее до точки x OAN - оптические сети
PON - пассивные оптические сети СКД - сети коллективного доступа
PLC - связь по электропроводке

Рис. 3.2 - Классификация технологий проводного доступа

Технологии доступа, базирующиеся на использовании проводных средств электросвязи, можно разделить на следующие группы:

- технологии, использующие двухпроводные телефонные абонентские линии или витую пару (например, технологии xDSL, xEthernet и др.);

- технологии, использующие коаксиальный кабель (xEthernet, системы кабельного телевидения);

- технологии, использующие в качестве среды передачи оптоволоконный кабель (например, семейство FTTx, пассивная оптическая сеть PON).

Аналогично на несколько групп можно разделить технологии доступа, базирующиеся на использовании беспроводных (радиотехнических) средств электросвязи: классические беспроводные технологии, представленные средствами радиосвязи (узкополосными и широкополосными).

Классические беспроводные технологии, в свою очередь, делятся на два вида в зависимости от топологии связи базовой станции (БС) и терминалов:

- PTP (Point-To-Point) с конфигурацией «точка - точка»

- PTM (Point-To-Multipoint) с конфигурацией «точка - многоточка».

При построении сетей высокоскоростного доступа наиболее часто используются следующие технологии широкополосного доступа (ШПД) и архитектуры построения сетей доступа:

- проводного доступа семейства xDSL, в которых линии связи организуются с использованием медных пар многопарного кабеля городской сети связи (ГСС), включая централизованную и распределенную архитектуру сети доступа;

- проводного доступа с архитектурой FTTx, в которых волоконно-оптическая кабельная инфраструктура прокладывается до некоторой точки, которая приближена к помещению абонента;

- беспроводного фиксированного радиодоступа, включая технологии WiFi, WiMAX, DECT;

- беспроводного подвижного радиодоступа LTE.

Технология xDSL является одной из наиболее распространенных технологий для организации широкополосного доступа абонентам по существующей медной витой паре.

Существуют следующие DSL технологии:

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) DDSL (DDS Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия DDS): вариант широкополосной DSL, обеспечивающий доступ по технологии Frame Relay со скоростью передачи данных от 9,6 Кбит/с до 768 Кбит/с;

3) ADSL G.lite: вариант ADSL, имеющий как асимметричный режим передачи с пропускной способностью до 1,536 Мбит/с от сети к пользователю , и со скоростью до 384 Кбит/с от пользователя к сети., так и симметричный режим передачи со скоростью до 384 кбит/с в обоих направлениях передачи;

4) 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;

5) HDSL (High Speed Digital Subscriber Line) - высокоскоростная цифровая абонентская линия): вариант xDSL с более высокой скоростью передачи, который позволяет организовать передачу со скоростью более1,5 Мбит/с (стандарт США T1) или более 2 Мбит/с (европейский стандарт E1) в обоих направлениях обычно по двум медным парам;

6) SDSL (Simple Digital Subscriber Line - симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия, работающая по одной паре); известны две модификации этого оборудования: MSDSL (многоскоростная SDSL) и HDSL2, имеющие встроенный механизм адаптации скорости передачи к параметрам физической линии;

7) M(S)DSL - Multirate (Symmetric)Digital Subscriber Line многоскоростная (симметричная) цифровая абонентская линия. Поддерживает передачу симметричных дуплексных каналов со скоростью nx64(n=4-36) по схеме ((nB+D), допуская объединение в одной физической среде различных видов трафика(речи,данных,видео), требуемого, например, дляпередачи видеоконференцсвязи;

8) RADSL(Rate Adaptive Digital Subscriber Line) - цифровая абонентская линия с адаптацией скорости. Это вариант ADSL, где скорость может быть изменена с учетом требований среды передачи и используемого приложения. Аналогично ADSL использует двухпроводную линию для передачи данных и голоса.

9) VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия), обеспечивающая скорость передачи данных к пользователю до 52 Мбит/сек. Это практически то же самое, что и ADSL.

Однако в отличие от ADSL, VDSL может работать в асимметричном, но и симметричном режиме. По сравнению с ADSL технология VDSL имеет значительно более высокую скорость передачи данных: от 13 до 52 Мбит/с в направлении от сети к пользователю и от 1,5 Мбит/с от пользователя к сети 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.

Предоставление пользователю столь высоких пропускных способностей возможно только в смешанной медно- оптической сети доступа, к которой традиционная сеть доступа на металлических кабелях будет мигрировать по мере появления новых приложений и связанного с этим увеличения числа пользователей, нуждающихся в столь высоких пропускных способностях технологии VDSL.

Такая сеть доступа будет практически состоять из двух участков: участка на оптическом кабеле от коммутационного узла до узла доступа и участка на медном кабеле от узла доступа до помещения пользователя. Обобщенная характеристика технологий xDSL представлена в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Характеристика технологий xDSL

Тип технологии	Скорость, Кбит/с		Max расстояние**, км	Число каналов	Число пар	Вид передачи	Среда передачи
	Прямой канал*	Обратный канал*					
IDSL	128	128	5,4	1	1	Симметр.	2-х пров.
ADSL	640	6000	5,4	2	1	Ассиметр.	2-х пров.
ADSL2	936	12000	2,7	2	1	Ассиметр.	2-х пров.
ADSL2+	936	24000	1,4	2	1	Ассиметр.	2-х пров.
HDSL	2048/2320	2048/2320	4,5/3,6	1	2	Симметр.	4-х пров.
M(S)DSL	272-2320	272-2320	4,2	1	1	Симметр.	2-х пров.
RADSL	128-1024	600-7000	5,4	1	1	Ассиметр.	2-х пров.
SDSL	768	768	3,0	1	1	Симметр.	2-х пров.
VDSL	1500/2300	13000/52000	1,4/0.3	1	1	Ассиметр.	2-х пров.

Прямой канал* (восходящий канал-Up) от клиента к сети;

Обратный канал* (нисходящий канал-Down) от сети к клиенту.

Max расстояние** передачи для заданной скорости зависит от диаметра используемого медного провода. Данные приведены для жил диаметром 0,5 мм.

Эволюционная стратегия увеличения пропускной способности линий абонентского доступа путём введения в сеть абонентского доступа оптических кабелей носит название FITL (Fiber In The Loop-буквально «оптическое волокно в абонентской линии»). В зависимости от конкретных условий могут применяться различные способы FITL - от FTTA до FTTZ:

1) FTTA (Fiber To The Apartment) - доведение оптического кабеля волокна до квартиры жилого дома;

2) FTTB (Fiber To The Building) - доведение оптического кабеля волокна до здания;

3) FTTB (Fiber To The Curb) - доведение оптического кабеля до места установки кабельного шкафа;

4) FTTH (Fiber To The Home) - доведение оптического кабеля до жилого дома;

5) FTTO (Fiber To The Office) - доведение оптического кабеля до офиса;

6) FTTOpt (Fiber To The Optimum) - доведение оптического кабеля до оптимальной для оператора и/или пользователя точки;

7) FTTR (Fiber To The Remote) - доведение оптического кабеля до удалённого пользователя, концентратора, мультиплексора или УПАТС;

8) FTTZ (Fiber To The Zone) - доведение оптического волокна до центра некоторой зоны абонентского доступа.

По этой причине VDSL рассматривается (по сравнению с другими технологиями xDSL) как технология будущего. Эта технология получит широкое применение только тогда, когда такая высокая скорость передачи (и, соответственно, широкая полоса частот) потребуется на практике, причем с

развитием технологии FTTC (Fiber to the Curb), когда оптико-волоконный кабель будет подведен почти до каждого абонента. Кроме того, жесткое ограничение расстояния работы VDSL не позволяет во многих случаях использовать данную технологию (кроме условий высокой плотности передачи данных).

Сохранение участка металлического кабеля в смешанной медно-оптической среде доступа объясняется ещё и тем, что замена металлического кабеля оптическим на последних нескольких сотнях метров абонентской линии требует больших затрат, поскольку, во первых, этот последний участок является индивидуальным для каждого абонента и, во вторых, необходима полная замена абонентской проводки в помещении каждого пользователя.

Для передачи телефонного трафика и трафика ПД в асимметричных технологиях семейства ADSL используется одна медная пара многопарного кабеля ГСС. В здании АТС, где устанавливается DSLAM со встроенными сплиттерами, производится разделение телефонного трафика и трафика ПД. Телефонный трафик поступает по интерфейсам E1 или V5.x на оконечный узел сети местной телефонной связи (ОУ/ОТУ), а трафик ПД по интерфейсу Ethernet поступает на коммутатор Ethernet или маршрутизатор IP сети ПД.

Для интеграции различных видов трафика (голос, данные и видео) в помещении абонента устанавливается абонентский шлюз с функциями интегрированного доступа (Integrated Access Device, IAD) и модем DSL. В зависимости от типа шлюза к нему могут подключаться несколько десятков телефонных аналоговых или цифровых аппаратов, УПАТС и локальная сеть предприятия.

Для передачи интегрированного трафика поверх SHDSL используется одна или несколько медных пар многопарного кабеля ГСС. Использование одновременно нескольких пар кабеля позволяет либо увеличить пропускную способность линии связи, либо увеличить ее протяженность.

Для передачи интегрированного высокоскоростного трафика в технологии VDSL2 используется одна медная пара кабеля ГСС.

Технологии FTTx являются наиболее перспективными для организации широкополосного доступа абонентам в плане обеспечения высокой скорости передачи и качества оказываемых услуг. Для подключения абонентов к удаленным DSLAM по линиям DSL используется меднокабельная инфра-структура распределительного участка АЛ и абонентская проводка.

Сокращение протяженности медных пар позволяет использовать в DSLAM широкий набор типов портов DSL, позволяющих реализовать на абонентской линии DSL технологии ADSL2+, G.SHDSL, VDSL2. То есть при организации ШПД с распределенной структурой и архитектурой FTTC (волокно до шкафа) может оказываться широкий набор услуг как в квартирном, так и в корпоративном секторе рынка услуг ШПД.

Для предоставления широкого набора услуг квартирным и корпоративным пользователям в помещении абонента устанавливается абонентский шлюз с функциями IAD и соответствующий модем DSL.

3.3 Архитектура и технологии PON

Сегодня в России среди технологий ШПД наиболее распространены ADSL и FTTx (оптическое волокно до точки X). Наиболее популярен вариант построения сетей FTTx, когда оптическое волокно от оператора доходит до некоей точки X, где установлен Ethernet-коммутатор, а далее до абонентов проложен медный кабель.

Одна из причин широкого распространения технологии FTTx- небольшие капитальные затраты на построение сети и как следствие - быстрая окупаемость. Недостаток FTTx - наличие активного оборудования между оператором и абонентом (в точке X). Оно требует обслуживания, обеспечения бесперебойного питания и вандалозащищенности. При этом для предоставления услуг телефонии необходимо обеспечивать непрерывность и энергонезависимость телефонной связи на участке от оператора до входа в зону ответственности абонента (квартира или офис).

В результате при, казалось бы, достаточно небольших затратах на построение сети требуются немалые операционные расходы, что принципиально противоречит политике крупных российских операторов, стремящихся минимизировать эксплуатационные затраты.

Следовательно, перспективные сети доступа должны базироваться на оптических технологиях, но при этом между защищенным узлом доступа оператора и абонентом не должно быть каких-либо активных узлов. Наиболее перспективны в данном отношении технологии пассивных оптических сетей xPON (Passive optical network).

Суть технологии PON состоит в том, что её распределительная сеть построена без каких-либо активных компонентов, так как разветвление оптического сигнала осуществляется с помощью пассивных делителей оптической мощности - сплиттеров.

Основная идея архитектуры PON - использование только одного приёмо-передающего модуля OLT(центральный узел) для передачи информации множеству абонентских устройств ONT(абонентский узел) и приема информации от них.

Число абонентских узлов, подключенных к одному приёмо-передающему модулю OLT, зависит только от мощности и максимальной скорости приёмо-передающей аппаратуры.

Архитектура любой пассивной оптической сети состоит из трех главных элементов (рис. 3.3):

- оптический станционный терминал OLT(Optical Line Terminal);
- пассивные оптические разветвители (сплиттеры) с коэффициентом деления от 1:2 до 1:128, которые вместе с оптическим волокном(оптическим кабелем) составляют оптическую распределительную сеть ODN (Optical Network Terminal/Optical Network Unit).

Терминал OLT обеспечивает взаимодействие сети PON с внешними сетями, сплиттеры осуществляют разветвление оптического сигнала на участке

тракта PON, а ONT/ONU имеют необходимые интерфейсы (в том числе, электрические) взаимодействия с абонентской стороной.

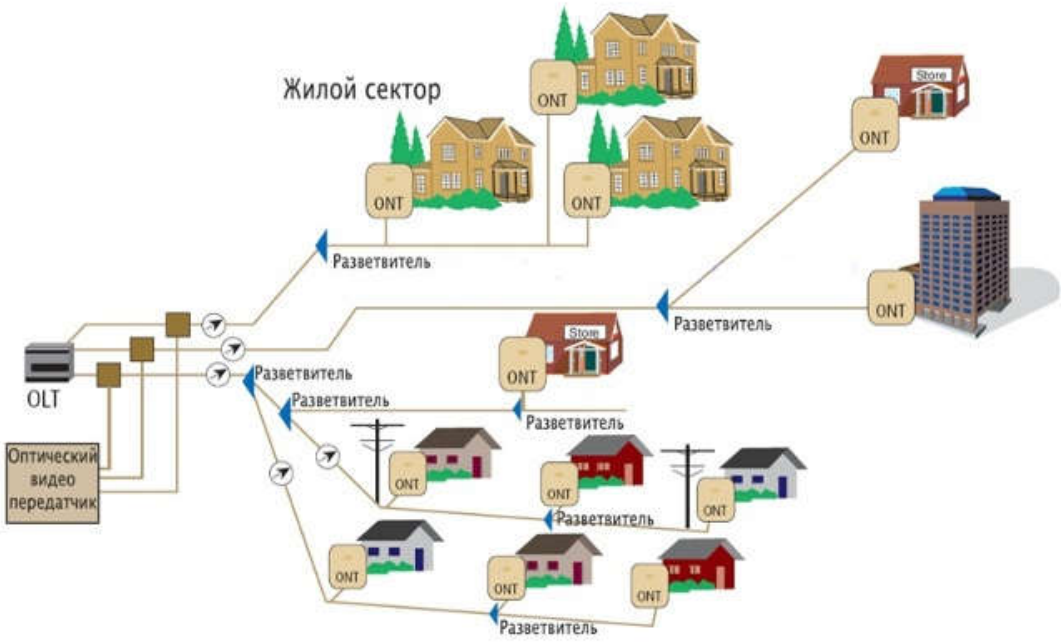


Рис. 3.3 - Архитектура пассивной оптической сети

В одном волокне сетей PON для исходящего(прямого) и входящего (обратного) потоков задействуются разные длины волн (метод WDM).

Принцип работы сети PON показан на рис. 3.4.

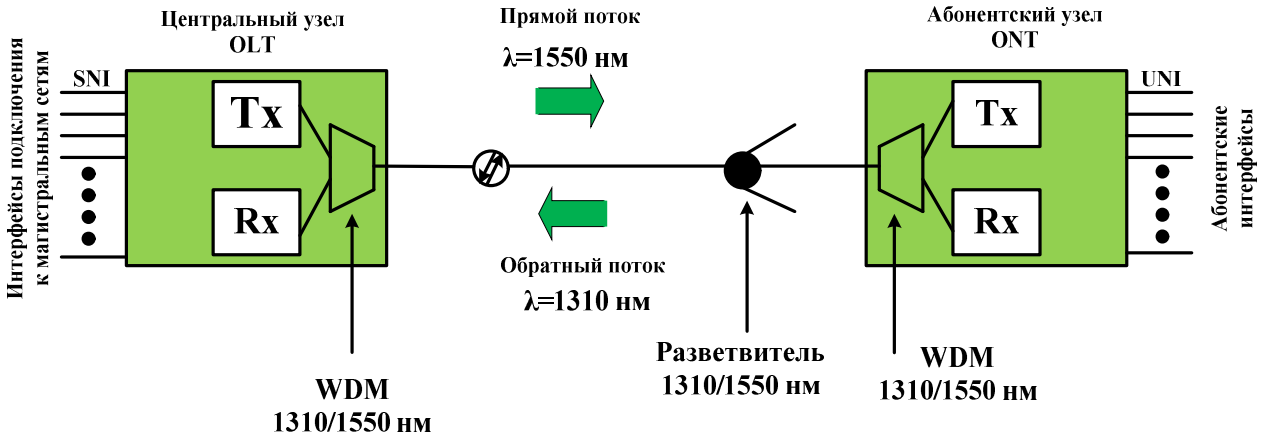


Рис. 3.4 - Принцип работы сети PON

Характеристика технологий PON представлена в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Характеристика технологий PON

Технология	ATM PON(APON) Broadband PON (BPON)	Ethernet PON (EPON)	Gigabit PON (GPON)
Скорость исходящего потока, Гбит/с	0,155 или 0,622	1,25	1,25 или 2,5
Скорость входящего потока, Гбит/с	0,155 или 0,622	1,25	0,155; 0,622; 1,25; 2,5
Особенности	Транспортировка мультисервисного трафика(речь, выделенные линии, Ethernet, видео); асимметричный или симметричный режим работы	Возможность транспортировки мультисервисного трафика(в основном, транспортировка Ethernet -трафика); симметричный режим работы	Транспортировка мультисервисного трафика(речь, выделенные линии, Ethernet, видео); расширенные возможности по передаче IP-трафика; асимметричный или симметричный режим работы

Можно выделить две основные технологии PON: GEPON (Gigabit Ethernet PON) и GPON. Основное их отличие заключается в базовых протоколах.

Для технологии EPON базовым протоколом является Ethernet, для PON-SDH (в соответствии со стандартами ITU-T). Кроме того, технология GPON обладает асимметричной полосой пропускания (нисходящий трафик - до 2,488Гбит/с, восходящий-до 1,244 Гбит/с, в соответствии с иерархией скоростей SDH). Напротив, полоса пропускания для EPON симметрична - 1,244 Гбит/с в обе стороны. К преимуществам технологии EPON можно отнести ее прозрачность для Ethernet-трафика.

Однако GPON, в силу своей SDH-природы, лучше использует пропускную способность оптического канала связи и гарантирует качество предоставляемых услуг (QoS), что очень важно для передачи видеоинформации. Поскольку транспортный протокол GEPON основан на Ethernet, то из-за непредсказуемой длины пакетов может существенно снизиться качество услуг, критичных к задержкам (IPTV, телефония).

Сети PON строятся на основе комбинации возможных элементарных топологий:

- топология звезды характерна для центрального узла с единственным разветвителем (S), подключенного через интерфейс OLT к магистральной сети (слева), и отходящих от S сегментов (1:N), соединяющих S по схеме «точка - точка» с абонентскими узлами (ONTk) (рис. 3.4а);

- топология последовательной цепи (или топологии шины), состоящей из последовательно соединенных (как, если бы они были расположены на шине) Y - ответвителей S(снизу), лучи ответвлений которых (идущие к абонентам ONTk) расположены вдоль всей цепи шины (рис. 3.4б.);
- топология дерева, корнем которого является центральный узел, соединенный по схеме «точка - много точек» с узлами разветвителем (S) и абонентскими узлами (ONT), составляющими крону (листья) дерева (рис. 5.4в).

В варианте PON на рис. 3.4в центральный узел OLT используется только для управления деревом, и на него не устанавливаются интерфейсные сетевые модули (ATM, SDH, GE).

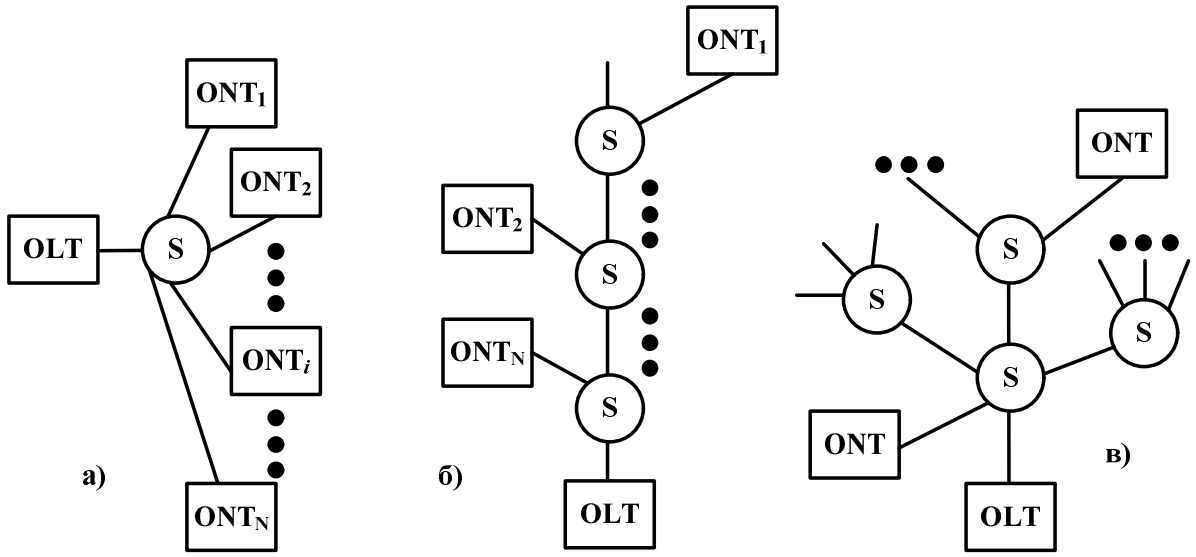


Рис. 3.4 - Топологии сетей PON: а) звезда; б) шина в) дерево

Основные достоинства технологии PON:

1) допускает работу при расстоянии между станцией и клиентом до 20 км;

2) минимизирует длины оптических волокон;

3) предоставляет широкую полосу пропускания (до 10 Гбит/с);

4) оказывается весьма эффективной для передачи видеопрограмм (цифровых или аналоговых), предоставляя широковещательные возможности, PON оказывается весьма эффективной для передачи видеопрограмм (цифровых или аналоговых);

5) исключает необходимость инсталлирования активных мультиплексоров в точках разветвления, что облегчает обслуживание таких сетей и минимизирует энергопотребление. Вместо активных устройств в таких точках PON использует небольшие пассивные оптические разветвители.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО РАЗДЕЛУ 3

3.1. Что собой представляет сеть доступа?

3.2. По каким признакам классифицируются сети доступа?

3.3. Перечислите основные классы технологий проводного абонентского доступа.

3.4. Когда появились первые цифровые абонентские линии DSL?

3.5. Сравните достоинства и недостатки технологий FTTB и FTTH.

3.6. В чем особенность асимметричных технологий ADSL?

3.7. Для чего нужны сплиттеры в технологиях ADSL?

3.8. Сравните характеристики наиболее распространенных технологий xDSL.

3.9. В чем состоит отличие PON от сетей FTTx?

3.10. В чем заключается специфика технологий FTTx?

3.11. Приведите классификацию технологий FTTx.

3.12. Какое оборудование используется в сетях FTTx?

3.13. В чем основной недостаток технологий FTTx?

3.14. Почему сеть PON называется пассивной?

3.15. Как работает оптический сплиттер в прямом и обратном направлении?

3.16. Какие элементы входят в состав сети PON?

3.17. Какие функции выполняет OLT в PON?

3.18. Какие функции выполняет ONT в PON?

3.19. Поясните особенности работы сети PON в прямом и обратном направлениях.

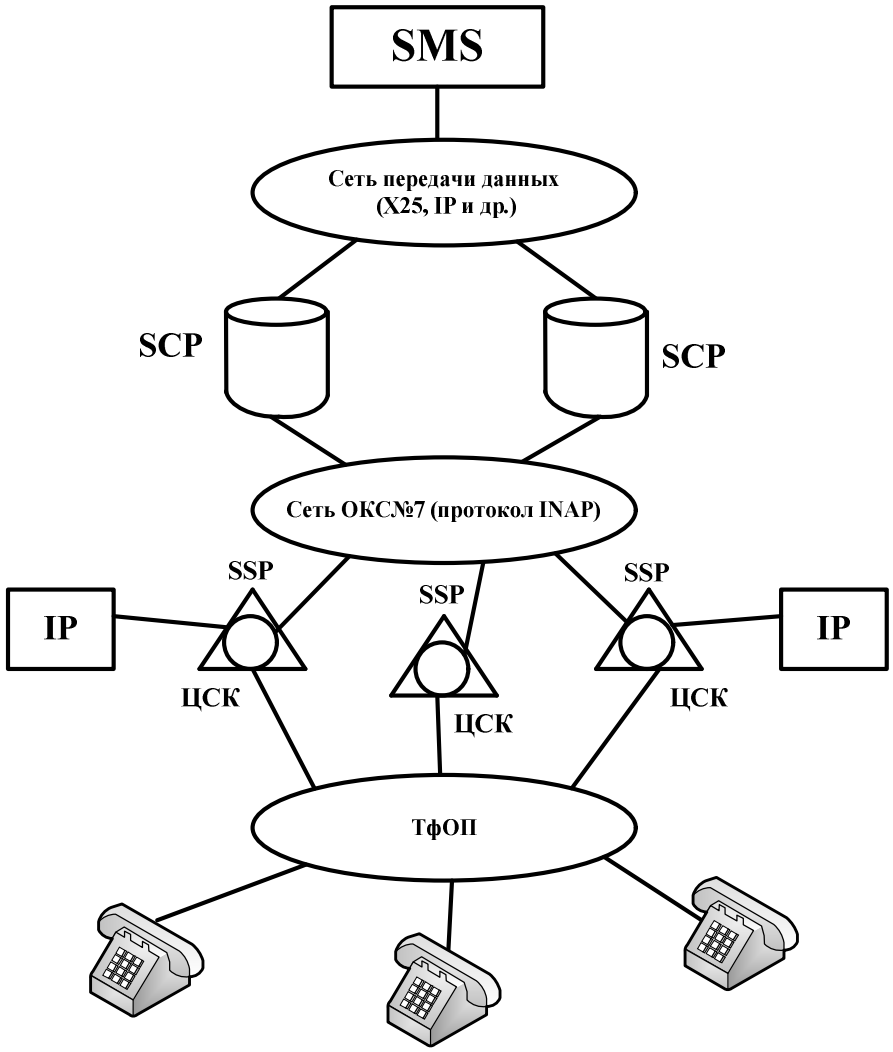
3.20. Дайте характеристику основным топологиям сетей PON.

РАЗДЕЛ 4 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ

Начало концепции интеллектуальной сети (ИС) положила в конце 70-х годов компания Bell System с внедрением услуг 800 (оплата входящих междугородних разговоров). Нормирование ИС основывается на рекомендациях МСЭ-Т серии Q.12xx.

Базовая архитектура интеллектуальной сети делится на 2 уровня: физический и интеллектуальный. *Уровень физической сети связи* реализуется на базе существующих телефонных сетей с необходимой реконструкцией. Этот уровень работает в реальном масштабе времени. *Интеллектуальный уровень* реализуется с помощью интеллектуальной платформы. На этом уровне часть функций выполняется в реальном масштабе времени, часть в относительном.

Классическая архитектура интеллектуальной сети (ИС) включает следующие базовые элементы (рис. 4.1).



Телефонные аппараты с тональным набором номера

Рис. 4.1 - Архитектура интеллектуальной сети

На первом уровне организуются *SSP* (Service Switching Point) - узлы коммутации услуг. Они могут быть совмещенными с ЦСК, а могут быть выделенными и тогда к ним осуществляется проключение по выбранному коду направления.

Узел коммутации услуг SSP обеспечивает доступ абонентов телефонной сети общего пользования (ТфОП) к услугам ИС. Основная функция SSP - обнаружение вызовов к ИС. Функции SSP универсальны и не зависят от вида услуги.

IP (Intelligent Peripheral) - интеллектуальная периферия, внешнее информационное оборудование, позволяющее упростить предоставление услуг ИС (речевые интеллектуальные автоинформаторы).

На втором интеллектуальном уровне располагаются следующие узлы:

SCP (Service Control Point) - *узел управления услугами*, который по запросу SSP выполняет все действия по логике обработки услуги, а также возвращает результат обработки в SSP для дальнейшей обработки телефонных вызовов в ТфОП. SCP содержит базы данных реального времени Для разных услуг могут быть разные SCP.

SMS (Service Management System) - *система администрирования* (менеджмента) *услуг*, позволяющая администрации интеллектуальной сети осуществлять управление услугами (изменение алгоритмов предоставления услуг, введение новых услуг, изменение правил тарификации услуг и др.).

Одним из обязательных элементов ИС является узел коммутации услуг SSP. Возможны два основных варианта его построения:

1) использование встроенной в некоторые современные ЦСК функциональности SSP. В этом случае каждая станция ТфОП выполняет функции SSP и связывается с SCP через сеть ОКС №7 по протоколу INAP-R. Такой вариант обеспечивает высокую производительность ИС, однако требует больших финансовых затрат. К тому же этот вариант не применим при наличии ЦСК, не реализующих функции SSP.

2) использование внешних SSP, которые подключаются практически к любому типу ЦСК посредством цифровых трактов Е1. Внешний SSP имеет два интерфейса: один - для связи с ЦСК по различным протоколам сигнализации (ISUP, EDSS-1, R1,5 и др.), и второй - для связи с SCP по протоколу INAP-R. Установка внешнего SSP дешевле, чем замена версии программного обеспечения ЦСК для реализации SSP (иногда более чем в 2 раза).

На настоящем этапе развития ИС в России на каждой местной сети SSP обычно размещается на ЗТУ. Такой SSP обрабатывает вызовы от абонентов всего региона, обслуживаемого данным ЗТУ. Доступ к услугам осуществляется через ЗСЛ. В некоторых случаях целесообразно SSP совмещать с SCP (такой узел называют SSCP).

Для нумерации услуг, предоставляемых ИС используются негеографические коды DEF 8-ой сотни(8XX) вида: DEF X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 Xx_6X_7. DEF - негеографические коды услуг выбираются в соответствии с табл. 4.1.

(X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 Xx_6X_7) - 7-ми значный логический номер абонента услуги, назначаемый оператором ИС.

Таблица 4.1

Основные виды услуг, предоставляемых ИС

Код DEF	Услуга ИС
800	Бесплатный вызов (Freephone – FPH).
801	Вызов с автоматической альтернативной оплатой
802	Вызов по кредитной карте (Credit Calling Card – CCC)
803	Телеголосование (Televoiting – VOT)
804	Универсальный номер доступа
805	Вызов по предоплаченной карте (Prepaid Calling Card – PCC)
806	Вызов по расчетной карте
807	Виртуальная частная сеть
808	Универсальная персональная связь
809	Вызов с дополнительной оплатой (Premium Rate – PRM)

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО РАЗДЕЛУ 4

4.1. В чем состоит назначение интеллектуальной сети?

4.2. Сколько уровней имеет базовая архитектура интеллектуальной сети?

4.3. На каком оборудовании реализуется физический уровень ИС?

4.4. На каком оборудовании реализуется интеллектуальный уровень ИС?

4.5. Какие функции выполняет узел управления услугами SCP ИС?

4.6. Какие функции выполняет система администрирования SMS ИС?

4.7. Назовите варианты построения узла коммутации услуг SSP ИС.

4.8. Где в настоящее время в России обычно размещается SSP ИС? Какие функции он выполняет?

4.9. Поясните структуру нумерации услуг, предоставляемых ИС.

4.10. Перечислите основные виды услуг, предоставляемых ИС.

РАЗДЕЛ 5 СЕТИ СВЯЗИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ NGN

5.1 Характеристика и требования к инфокоммуникационным услугам

Современный этап развития мировой экономики характеризуется переходом от индустриального общества к информационному, которая отличается широким применением информационных и телекоммуникационных технологий во всех сферах человеческой деятельности: работа, отдых, развлечения, образование. Появился новый термин «инфокоммуникации», и услуги стали инфокоммуникационные.

В 1994 году вице-президент США обратился к членам МСЭ-Т с предложением объединить национальные информационные инфраструктуры в единую глобальную информационную инфраструктуру (NGN в GII). В ответ МСЭ-Т разработал модель GII. Для этого была открыта новая серия рекомендаций Y.xxx. В первой рекомендации Y.100 дается определение GII.

GII - это совокупность телекоммуникационных сетей, аппаратуры оконечного пользователя, информации и человеческих ресурсов, которая может быть использована:

- для доступа к полезной информации;
- для связи пользователей друг с другом;
- для работы и обучения;
- для получения развлекательной информации из нее и др. в любое время и в любом месте при приемлемой стоимости по некоторой глобальной шкале.

В настоящее время основная проблема во внедрении GII заключается в цифровом неравенстве различных стран. В качестве одного из вариантов решения этой глобальной проблемы является всемирный проект «ноутбук за 100$». Модель GII (рекомендация Y.110) представлена на рис. 5.1.

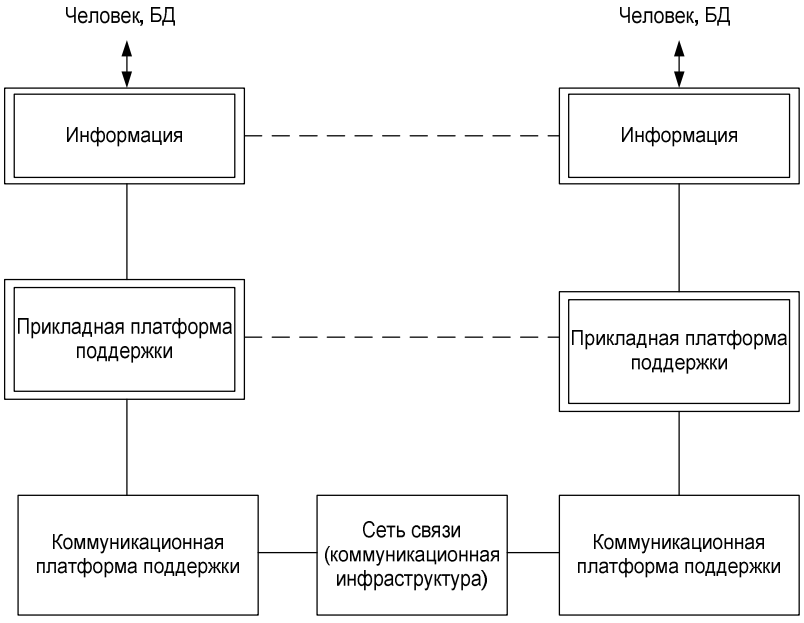


Рис. 5.1 - Модель глобальной информационной инфраструктуры (GII)

Основными компонентами данной инфраструктуры являются: база данных/база знаний, средства обработки, хранения информации, взаимодействующие сети связи, терминалы пользователя. Доступ к услугам реализуется посредством услуг связи нового типа - инфокоммуникационных услуг. Основные их отличия от традиционных услуг связи следующие:

1) они реализуются на верхних уровнях модели ВОС (прикладной) (Open Systems Interconnection, OSI).

2) большинство таких услуг при обработке информации предполагают наличие клиентской и серверной частей.

3) инфокоммуникационные услуги чаще всего предполагают передачу мультимедийной информации, что характеризуется высокой скоростью и возможно асимметрией.

Для предоставления таких услуг часто требуются сложные многоточечные конфигурации соединения, требуется дополнительная информация о пользователе и его возможностях. Это процессы аутентификации, авторизации и учета: AAA (Authentication, Authorization, Accounting). Это выполняет сервер AAA.

Требования, предъявляемые к инфокоммуникационным услугам:

1) мобильность услуг (получение услуги в любое время и в любом месте);

2) возможность гибкого и быстрого создания услуг операторам, их модификации и управление этими услугами со стороны пользователя;

3) гарантированное качество услуг.

Предоставление инфокоммуникационных услуг связано с наличием на рынке большого числа участников бизнес-процесса. В традиционных сетях было максимум три участника: оператор сети, пользователь, поставщик (абонент) услуги. В новых сетях при предоставлении инфокоммуникационных услуг присутствуют различные промежуточные участники: провайдеры, дилеры, виртуальные операторы и т.д.

Появлению инфокоммуникационных услуг способствовали новые условия на мировом рынке услуг связи:

- высокая конкуренция между операторами связи, появившаяся вследствие приватизации предприятий связи и уменьшение государственного регулирования в области связи.

- бурный рост пакетного трафика, прежде всего в сети Интернет.

Учитывая, особенности инфокоммуникационных услуг, перспективные сети связи должны отвечать следующим требованиям:

- мультисервисность, под которой понимается независимость технологий предоставления услуг от транспортных технологий;

- широкополосность, под которой понимается возможность гибкого и динамического изменения скорости передачи информации в широком диапазоне в зависимости от текущих потребностей пользователя;

- мультимедийность, под которой понимается способность сети передавать многокомпонентную информацию (речь, данные видео, аудио) с

необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени и использованием сложных конфигураций соединений;

- интеллектуальность, под которой понимается возможность управления услугой, вызовом и соединением со стороны пользователя или поставщика услуг;

- инвариантность доступа, под которой понимается возможность организации доступа к услугам независимо от используемой технологии;

- многооператорность, под которой понимается возможность участия нескольких операторов в процессе предоставления услуги и разделение их ответственности в соответствии с областью деятельности.

Перечисленные требования к перспективным сетям связи реализованы в концепции сетей связи следующего поколения (ССП) или Next Generation Network (NGN). Базовые принципы, положенные в разработку концепции NGN, изложены в Рекомендациях МСЭ-Т (ITU-T) серии Y.2xxx. В рекомендации МСЭ-Т Y.2001 сформулировано определение сети NGN: «Сеть следующего поколения NGN – это сеть на базе пакетов, которая способна предоставлять услуги/службы электросвязи и предоставлять возможность использовать несколько широкополосных, обеспечивающих качество обслуживания транспортных технологий и в которой функции, относящиеся к службам, независимы от нижележащих технологий, относящихся к транспортировке. Она обеспечивает свободный доступ для пользователей, по их выбору, к сетям и к конкурирующим поставщикам служб и/или к службам/услугам. Она поддерживает подвижность, которая будет давать возможность постоянного и повсеместного обеспечения служб и услуг для пользователей».

Основная задача создания сети NGN состояла в формировании условий для облегчения конвергенции сетей и конвергенции услуг/служб. Так как NGN должна отвечать требованиям, предъявляемым к мультисервисным сетям, основными её характеристиками стали:

1) возможность представления неограниченного набора услуг;

2) перенос функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы;

3) наличие гибких возможностей по управлению услугами, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений;

4) передача любого вида информации в сети с использованием пакетных методов передачи и коммутации;

5) использование в качестве универсальной транспортной сети пакетную сеть с распределенной коммутацией.

6) универсальная мобильность услуг и пользователей;

7) возможность достаточно простой интеграции с традиционными сетями связи.

5.2 Общая архитектура и технологии сети NGN

В настоящее время наибольшее распространение получила следующая архитектура NGN, показанная на рис. 5.2.

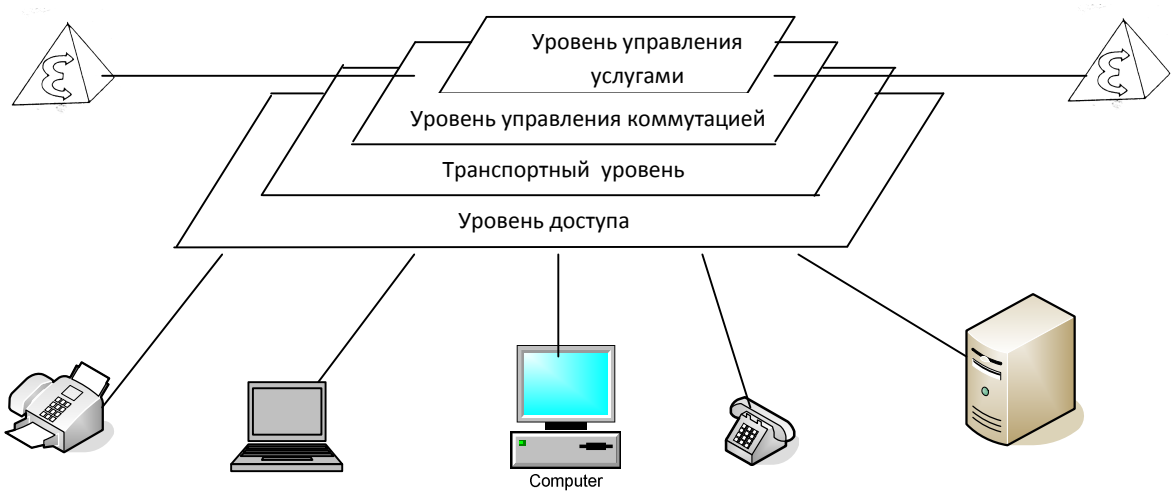


Рис. 5.2 - Базовая архитектура сети NGN

Уровень управления услугами реализует функции управления логикой услуг и приложений и представляет собой распределенную вычислительную среду, обеспечивающую:

- предоставление инфокоммуникационных услуг;
- управление услугами;
- создание и внедрение новых услуг;
- взаимодействие различных услуг.

Данный уровень позволяет реализовать специфику услуг и применять одну и ту же программу логики услуг вне зависимости от типа транспортной сети и способа доступа. Наличие этого уровня позволяет также вводить на сети электросвязи любые новые услуги без вмешательства в функционирование других уровней.

Уровень управления коммутацией реализует функции по обработке информации сигнализации, маршрутизацию вызовов и управление потоками. Данный уровень поддерживает логику управления, которая необходима для обработки и маршрутизации трафика.

Функция установления соединения реализуется на уровне элементов базовой сети под внешним управлением оборудования программного коммутатора (Softswitch или гибкий коммутатор, ГК). Исключением являются ЦСК с функциями контроллера шлюзов (MGC - Media Gateway Controller), которые сами выполняют коммутацию на уровне элемента транспортной сети.

Softswitch обеспечивает:

- реализацию функции по логике обработки вызова;
- доступ к серверам приложения;
- сбор статистической информации;
- сигнальное взаимодействие с сетью ССОП и внутри пакетной сети;
- управление установлением соединения и др.

Являясь основным устройством, реализующим функции уровня управления коммутацией и передачей информации, Softswitch обеспечивает следующие основные функции:

- функция управления базовым вызовом, обеспечивающая прием и обработку сигнальной информации и реализацию действий по установлению соединения в пакетной сети;
- функция аутентификации и авторизации абонентов, подключаемых в пакетную сеть как непосредственно, так и с использованием оборудования доступа ССОП;
- функция маршрутизации вызовов в пакетной сети;
- функция тарификации, сбора статистической информации;
- функция управления оборудованием транспортных шлюзов;
- функция предоставления ДВО, которая реализуется в оборудовании Softswitch или совместно с сервером приложений;
- функция OAM&P: эксплуатация, управление (администрирование), техническое обслуживание и предоставление той информации, которая не нужна непосредственно для управления вызовом и может передаваться к системе управления элементами через логически отдельный интерфейс;

функция менеджмента, обеспечивающая взаимодействие с системой менеджмента сети.

Дополнительно в оборудовании Softswitch могут быть реализованы следующие функции:

- функция SP STP сети ОКС-7;
- функция предоставления расширенного списка ДВО, реализуемая самостоятельно или с использованием серверов приложений;
- функция взаимодействия с серверами приложений;
- функция SSP.

В соответствии с перечисленными функциями структурная схема Softswitch имеет вид, представленный на рис 5.3.

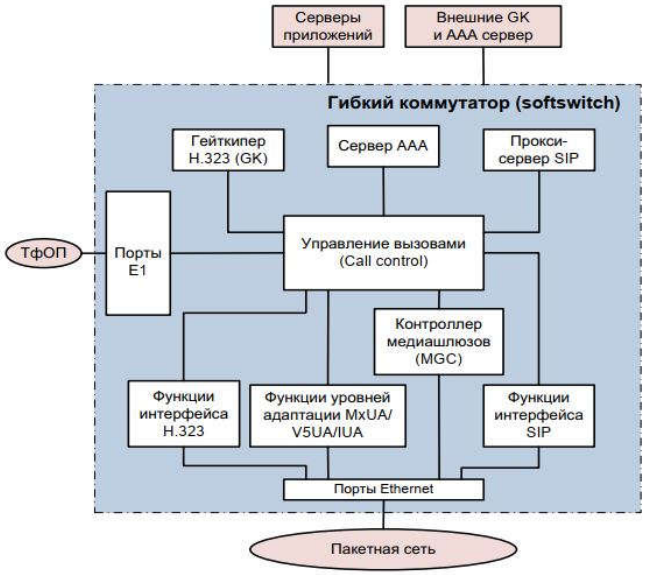


Рис. 5.3 - Структурная схема Softswitch

Главными и обязательными элементами любого Softswitch является сервер управления вызовами (call server) и/или контроллер медиашлюзов MGC, которые обеспечивают реализацию основной функциональности Softswitch - управление соединением в сети NGN. Также обязательным является наличие оборудования подключения к пакетной сети (на рис. 5.3 это - порты Ethernet). Остальные функциональные блоки, изображенные на рис. 5.3, являются необязательными (например, порты ТфОП используются только при включении в состав ГК транзитного медиашлюза)

В случае использования на сети нескольких Softswitch они взаимодействуют посредством соответствующих протоколов (как правило, семейство SIP-T) и обеспечивают совместное управление установлением соединения.

Транспортный уровень реализует функции коммутации и прозрачной передачи информации пользователя.

В NGN операторы получат возможность наращивать объемы услуг, что в свою очередь приведет к росту требований к производительности и емкости сетей транспортного уровня. Основными требованиями к таким сетям являются:

- высокая надежность оборудования узлов;
- поддержка функций управления трафиком;
- хорошая масштабируемость.

Среди перечисленных требований надежность выходит на первое место, так как NGN должны обеспечивать передачу разнородного трафика, в том числе чувствительного к задержкам, который ранее передавался с помощью классических систем передачи с временным разделением каналов иерархий SDH или PDH. В ряде случаев создаваемые транспортные сети будут заменять собой часть инфраструктуры существующих традиционных сетей передачи, причем они должны соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов, предъявляемым к заменяемой сети.

Особенностью инфраструктуры NGN является использование универсальной базовой сети, базирующейся на технологиях пакетной коммутации.

Базовая сеть - это универсальная сеть, реализующая функции транспортировки и коммутации, которую можно представить в виде трех уровней:

- технология коммутации пакетов;
- технологии формирования тракта;
- среда передачи сигналов.

Нижний уровень модели - среда передачи сигналов должен быть реализован на кабелях с оптическими волокнами (ОВ) или на цифровых радиорелейных линиях (РРЛ).

В состав базовой сети NGN могут входить:

- транзитные узлы, выполняющие функции переноса и коммутации;
- оконечные (граничные) узлы, обеспечивающие доступ абонентов к мультисервисной сети;

- контроллеры сигнализации, выполняющие функции обработки информации сигнализации, управления вызовами и соединениями;

- шлюзы, позволяющие осуществить подключение традиционных сетей электросвязи (ССОП, СПД, СПС).

Контроллеры сигнализации могут быть вынесены в отдельные устройства, предназначенные для обслуживания нескольких узлов коммутации, что позволяет рассматривать их как единую систему коммутации, распределенную по сети. Такое решение не только упрощает алгоритмы установления соединений, но и является наиболее экономичным для операторов электросвязи, так как позволяет заменить дорогостоящие системы коммутации большой емкости небольшими, гибкими и доступными по стоимости даже мелким операторам электросвязи.

Доступ к ресурсам базовой сети осуществляется через граничные узлы, к которым подключается оборудование сети доступа (*уровень доступа*) или осуществляется связь с существующими сетями. В последнем случае граничный узел выполняет функции межсетевого шлюза.

К *уровню доступа* относятся:

- шлюзы;

- сеть доступа (сеть электросвязи, обеспечивающая подключение оконечных терминальных устройств пользователя к оконечному узлу транспортной сети);

- оконечное абонентское оборудование.

К технологиям построения сетей доступа относятся:

- беспроводные технологии (Wi-Fi, WiMAX);

- технологии на основе систем кабельного телевидения (DOCSIS, DVB);

- технологии xDSL;

- оптоволоконные технологии (пассивные оптические сети (PON)).

Архитектура сети электросвязи, построенной в соответствии с концепцией NGN, представлена на рис. 5.3.

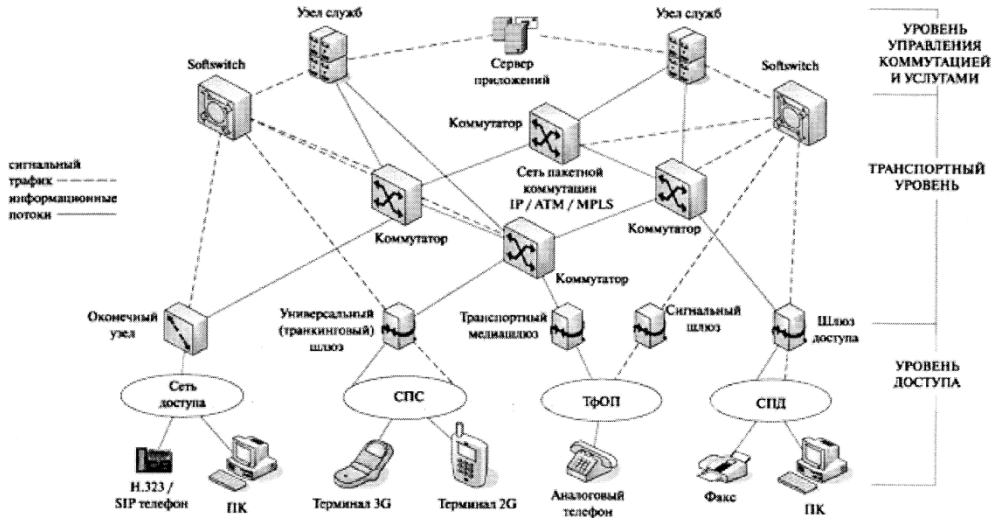


Рис. 5.3 - Архитектура сети электросвязи при использовании решений NGN

В качестве технологической основы построения транспортного уровня сетей связи следующего поколения рассматривается технология IP/MPLS с возможным применением в будущем оптической коммутации.

IP/MPLS (Multiprotocol Label Switching) - технология многопротокольной коммутации меток, построенная по иерархической двухуровневой архитектуре, включающей опорный слой (ядро) MPLS-коммутации IP-трафика и граничный слой, несущий основную нагрузку по обслуживанию абонентов и составляет основной «интеллект» сети. IP/MPLS отличается от стандартного пакетного IP-протокола тем, что коммутация трафика основывается на коммутации трафика внутри сети MPLS по прикрепленной к пакету данных специальной метке, благодаря чему принципы управления передачей трафиком принципиально меняются.

Путь, по которому трафик будет передаваться по сети MPLS ,сначала определяется с помощью традиционных протоколов динамической маршрутизации, например, OSPF/BGP. Каждому интерфейсу с помощью протокола LDP присваивается специализированная транспортная метка. Этот механизм определения топологии и раздачи меток носит название управляющей компоненты MPLS. После того как топология определена, трафик коммутируется внутри сети по независимым от типа передаваемого трафика меткам. Фактически устройства в сети MPLS являются коммутаторами трафика по меткам. Этот механизм носит название коммутационной компоненты MPLS.

5.3 Классификация и характеристика оборудования NGN

Оборудование, используемое для построения четырех уровневой сети NGN, можно классифицировать по выполняемым сетевым функциям, как показано на рис. 5.4.

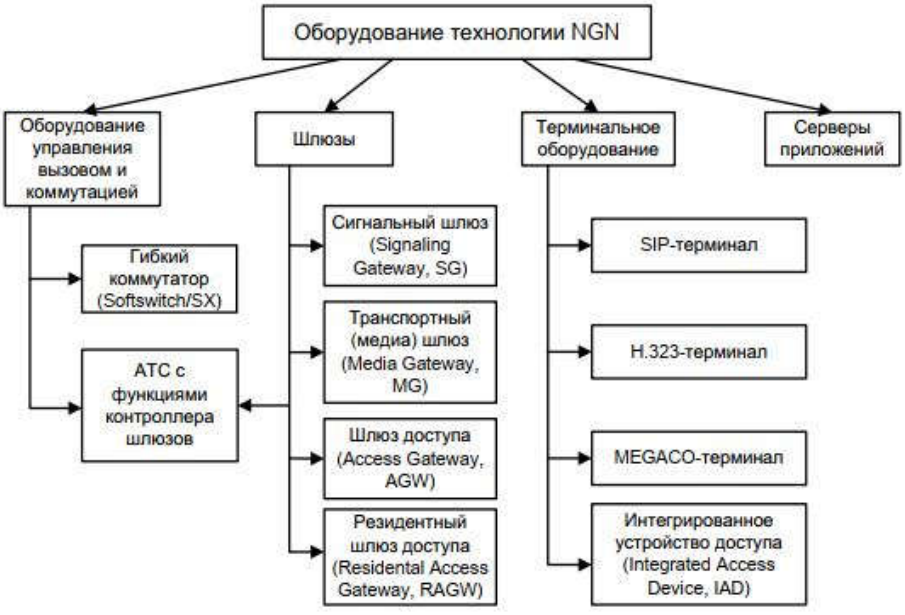


Рис. 5.4 - Классификация оборудования сети NGN

Шлюзы (Gateways) - устройства доступа пользователей к сети NGN и сопряжения ее с существующими сетями. Оборудование шлюзов реализует функции по преобразованию сигнальной информации сетей с коммутацией каналов в сигнальную информацию пакетных сетей, а также функции по преобразованию информации транспортных каналов TDM в IP-пакеты и их маршрутизацию.

Шлюзы функционируют на транспортном уровне NGN, хотя их можно отнести и к сетям доступа. Для реализации возможности подключения к сети NGN различных видов оборудования ТфОП используются различные виды шлюзового оборудования:

- *медиа (транспортный) шлюз* MGW (Media Gateway) - реализует функции преобразования речевой информации из формата TDM в пакеты IP и их маршрутизации;
- *сигнальный шлюз* SGW (Signalling Gateway) - реализует функции преобразования системы сигнализации ОКС№7 в систему сигнализации пакетной сети SIGTRAN с соответствующим протоколом уровня адаптации (см. следующую лекцию);
- *транкинговый (транзитный) шлюз* TGW (Trunking Gateway) одновременно реализуют функций шлюзов MG и SG;
- *шлюз доступа* AGW (Access Gateway) - реализует функции MGW и SGW для оборудования доступа (чаще всего УПАТС или абонентские модули/концентраторы сетей TDM), подключаемого через интерфейсы E1 или V 5.x;
- *резидентный шлюз доступа* RAGW (Residential AccessGateway) - реализует функции непосредственного (абонентского) подключения пользователей, использующих терминальное оборудование ТфОП/ISDN, к сети NGN.

На *уровне приложений* в сети NGN используются разнообразные аппаратно-программные решения:

- сервер приложений AS (Appication Server);
- медиа сервер (Media Server);
- сервер сообщений (Message Server);
- система управления и конфигурирования O&M;
- система оперативно-розыскных мероприятий (СОРМ);
- системы биллинга и др.

Терминальные устройства, используемые для предоставления голосовых и мультимедийных услуг связи и предназначенные для работы в пакетных сетях. Существует два основных типа терминальных устройств, предназначенных для работы в пакетных сетях: SIP-терминалы и H.323-терминалы. Данное оборудование может иметь как специализированное аппаратное (standalone), так и программное исполнение (softphone).

Еще одним видом терминального оборудования являются *устройства интегрированного доступа* IAD (Integrated Access Device). IAD обеспечивает подключение терминального оборудования сетей ТфОП (аналоговые

телефонные аппараты) и терминального оборудования сетей передачи данных. В IAD реализуются функции по преобразованию протоколов сигнализации ТфОП в протоколы пакетных сетей (SIP/H.323) и преобразованию потоков пользовательской информации между сетями с коммутацией каналов и пакетными сетями.

5.4 Протоколы сетей NGN

Используемые в сети NGN протоколы делятся на три основные группы:

1) *протоколы передачи пользовательской (мультимедийной) информации* - пакетные протоколы сети IP;

2) *протоколы сигнализации*, используемые для управления и взаимодействия различных узлов сети NGN в процессе обслуживания вызовов/сессий;

3) *служебные протоколы*, используемые для различных вспомогательных целей (аутентификации и авторизации пользователей, технического обслуживания и др.).

5.4.1 Протоколы передачи пользовательской информации

Базовым протоколом транспортного уровня для передачи пользовательской информации в сетях NGN является протокол управления передачей TCP (Transmission Control Protocol), который обеспечивает гарантированную доставку пользовательской информации. Протокол TCP используется для передачи данных, не чувствительным к задержкам (например, для работы в Интернет).

Основным транспортным протоколом для мультимедийных приложений стал протокол реального времени *RTP* (Real Time Protocol), предназначенный для организации передачи пакетов с кодированными речевыми сигналами по пакетной сети. Передача пакетов RTP ведется поверх протокола UDP, работающего, в свою очередь, поверх IP. Протокол RTP позволяет компенсировать негативное влияние джиттера на качество речевой и видеоинформации, но в то же время он не имеет собственных механизмов, гарантирующих своевременную доставку пакетов или другие параметры качества услуг (это - осуществляют нижележащие протоколы).

Протокол RTP переносит в своём заголовке данные, необходимые для восстановления голоса или видеоизображения в приёмном узле, а также данные о типе аудио или видео кодека. В заголовке данного протокола, в частности, передаются временная метка и номер пакета. Установление и разрыв соединения не входит в список возможностей RTP, такие действия выполняются сигнальным протоколом (например, RTSP или SIP протоколом).

Обычно протокол RTP базируется на протоколе UDP и использует его функции, но может работать и поверх других транспортных протоколов.

Протокол передачи пользовательских дейтаграмм - User Datagram Protocol (UDP) - обеспечивает негарантированную доставку данных, т.е. не

требует подтверждения их получения; кроме того, данный протокол не требует установления соединения между источником и приемником информации.

5.4.2 Протоколы сигнализации

Концепция NGN предусматривает, что координацию обмена сигнальными сообщениями между различными сетями осуществляет Softswitch, который обеспечивает соединение с логическими объектами в разных сетях и преобразует информацию в сообщениях таким образом, чтобы они были поняты на обеих сторонах разнородных сетей.

Основные типы сигнализации, которые использует Softswitch являются:

- сигнализация для управления соединениями;
- сигнализация для взаимодействия различных Softswitch между собой;
- сигнализация для управления транспортными шлюзами.

На рис. 5.5 показано взаимодействие Softswitch с остальным оборудованием NGN.

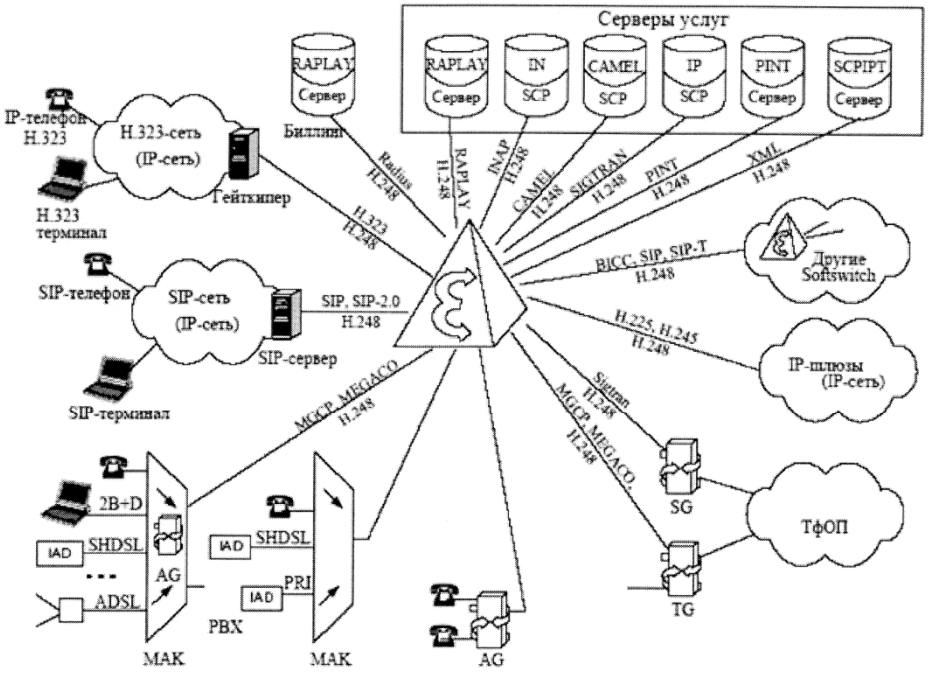


Рис. 5.5 - Взаимодействие Softswitch с остальным оборудованием NGN

Основными протоколами сигнализации для управления соединениями сегодня являются протоколы H.323, SIP, ОКС№7. Также на отдельных участках соединительного тракта используются:

- абонентская сигнализация E-DDS-1 первичного доступа ЦСИС (цифровая сеть с интеграцией служб или ISDN);
- протокол абонентского доступа через интерфейс V.5;
- сигнализация R 1,5 (российская версия сигнализаций Rl ,R2).

Протоколами сигнализации управления транспортными шлюзами являются протоколы MGCP и MEGACO/H.248, а протоколами сигнализации взаимодействия между Softswitch - SIPT и BICC.

Основными устройствами сети H.323 являются: терминал, шлюз, привратник, однако в отличие от устройств ССОП, устройства H.323 не имеют жестко закрепленного места в сети, а подключаются к любой точке IP-сети. При этом сеть H.323 разбивается на зоны, а каждой зоной управляет привратник. На рис. 5.6 изображена архитектура сети, построенной на базе рекомендации H.323.

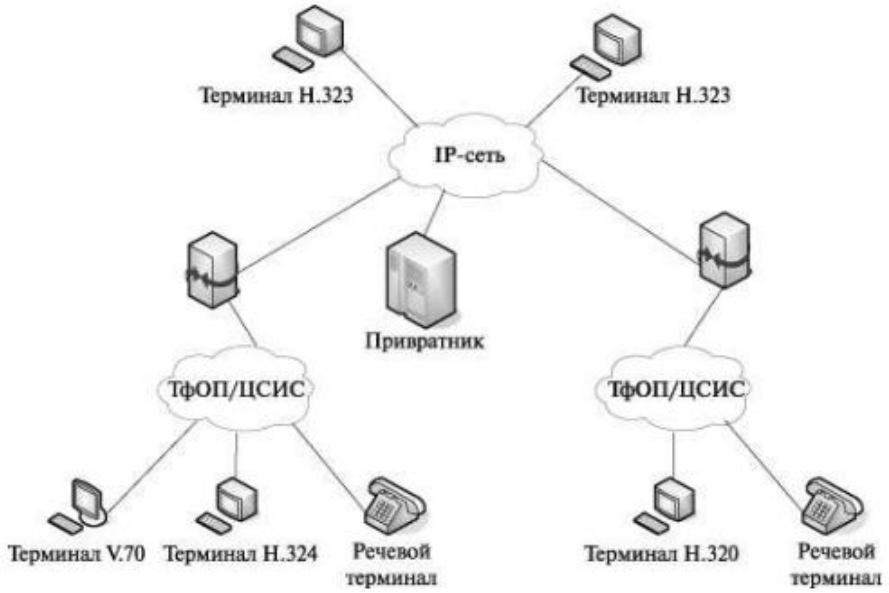


Рис. 5.6 - Структура сети H.323

Оконечными устройствами сети являются: терминал, шлюз и привратник, причем в отличие от устройств ССОП, оборудование H.323 не закрепляется жестко за определенным местом в сети, а подключается к любой точке IP-сети. При этом сеть H.323 разбивается на зоны в каждой их который управляет свой привратник.

Терминал H.323 - оконечное устройство сети IP-телефонии, обеспечивающее двухстороннюю речевую или мультимедийную связь с другим терминалом, шлюзом или устройством управления конференциями.

Шлюз является соединяющим мостом между ССОП и IP. Основная функция шлюза - преобразование речевой (мультимедийной) информации, поступающей со стороны ССОП с постоянной скоростью, в вид, пригодный для передачи по IP-сетям, т. е. кодирование информации, подавление пауз в разговоре, упаковка информации в пакеты RTP/UDP/IP, а также обратное преобразование. Кроме того, шлюз должен преобразовывать аналоговую абонентскую сигнализацию, сигнализацию по 2ВСК и сообщения систем сигнализации DSS1 и ОКС-7 в сигнальные сообщения H.323. При отсутствии в сети привратника должна быть реализована еще одна функция шлюза: преобразование номера ССОП в транспортный адрес IP-сети.

Привратник выполняет функции управления зоной сети IP-телефонии, в которую входят терминалы и шлюзы, зарегистрированные у данного привратника. Разные участки зоны сети H.323 могут быть территориально разнесены, но соединяться друг с другом через маршрутизаторы.

Вторым сигнальным протоколом, используемым при построении сетей NGN, стал протокол SIP (Session Initiation Protocol) - протокол инициирования сеансов, который является протоколом прикладного уровня и предназначается для организации, модификации и завершения сеансов связи: мультимедийных конференций, телефонных соединений и распределения мультимедийной информации.

В основу протокола SIP заложены следующие принципы:

- персональная мобильность пользователей, когда пользователю присваивается уникальный идентификатор, а сеть предоставляет ему услуги связи вне зависимости от того, где он находится;
- масштабируемость сети, характеризуемая, в первую очередь, возможностью увеличения количества элементов сети при ее расширении;
- расширяемость протокола, характеризуемая возможностью дополнения протокола новыми функциями при введении новых услуг и его адаптации к работе с различными приложениями.

Протокол инициирования сеансов связи SIP (Session Initiation Protocol) - это текст-ориентированный протокол прикладного уровня. SIP- протокол используется для организации, модификации и завершения различных сеансов связи, включая мультимедийные конференции, телефонные соединения, широковещательную рассылку мультимедийной информации и соединения пользователей с разными инфокоммуникационными приложениями. Структура сигнального сообщения SIP представлена на рис. 5.7.

<table>
<tr><td colspan="4">Стартовая строка</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тип запроса
Текущий узел-адресат
Номер версии протокола</td><td>ИЛИ</td><td>Номер версии протокола
Тип ответа
Короткая расшифровка ответа</td></tr>
<tr><td colspan="4">Заголовки</td></tr>
<tr><td>Общие заголовки</td><td>Заголовки содержания</td><td>Дополнительные заголовки</td><td>Заголовки ответов</td></tr>
<tr><td colspan="4">Пустая строка</td></tr>
<tr><td colspan="4">Тело сообщения</td></tr>
<tr><td colspan="4">Поле, используемое, в основном, при ответах на запросы</td></tr>
</table>

Рис. 5.7 - Структура сигнального сообщения SIP

SIP сообщения разделены на две группы: запросы клиента серверу и ответы сервера клиенту. Возможные заголовки запросов и ответов так же строго определены. Их многообразие позволяет сформировать любое сигнальное сообщение.

Стартовая строка в «запросе» содержит тип запроса, текущий узел-адресат и номер версии протокола. В «ответе» на запрос указывают номер версии протокола, тип ответа и короткая расшифровка ответа (только для обслуживающего персонала и не обрабатываемая клиентом).

Заголовки сообщений несут информацию об отправителе, адресате, пути следования и т.д.(т.е. переносят информацию, необходимую для обслуживания сообщения).

В протоколе SIP используют четыре вида заголовков:

1) общие заголовки, присутствующие в запросах и ответах, к которым относятся:

- Call-ID- идентификатор соединения;
- Contact - контакт;
- CSeq - порядковый номер запроса/ответа;
- From - источник запроса;
- To - адресат;
- Via - через;
- Record- route - запись маршрута;

2) заголовки содержания переносят информацию о размере тела сообщения или об источнике запроса, начинаются со слова «Content»;

3) заголовки, передающие дополнительную информацию о запросе;

4) заголовки ответов, передающие дополнительную информацию об ответе.

Заголовок состоит из названия, за которым следует отделенное двоеточием значение заголовка. В поле значения содержатся передаваемые данные.

Заголовок Call-ID - уникальный идентификатор сеанса связи. Значение идентификатору присваивается стороной, инициирующей вызов. Заголовок Call-ID состоит из буквенно-числового значения и имени рабочей станции, которая присвоила значение этому идентификатору. Между ними должен стоять символ @, например, 2345call@niits.ru.

Заголовок To определяет адресата. Кроме SIP- адреса, здесь может стоять параметр tag для идентификации определенного терминала пользователя, например, домашнего, рабочего или мобильного телефона путь она, если все они зарегистрированы под одним адресом SIP URL.

Заголовок From- идентифицирует отправителя запроса, по структуре он аналогичен полю To.

Заголовок CSeq- уникальный идентификатор запроса, относящегося к одному соединению. Он служит для коррекции запроса с ответом на него. Этот заголовок состоит из двух частей: натурального числа в диапазоне от 1 до 2^{32} и типа запроса.

Сервер должен проверять значение величины CSeq в каждом принимаемом запросе, и считает его новым, если значение больше предыдущего. Пример заголовка CSeq: 2 INVITE.

Заголовок Via необходим, чтобы избежать зацикливания запроса, а также в тех случаях, когда требуется, чтобы запросы и ответы обязательно проходили по одному и тому же пути. В заголовке Via указывается весь путь, пройденный запросом: каждый прокси-сервер добавляет поле со своим адресом.

В заголовок Record- route прокси-сервер вписывает свой адрес - SIP URL, если хочет, чтобы следующие запросы прошли через него.

Команды (запросы): INVITE, ACK, CANCEL, BYE, REGISTER, OPTIONS.

Ответы делятся на *предварительные* (информационные) и *окончательные*. Информационные ответы показывают, что запрос находится в стадии обработки, и кодируются трехзначным числом, начинающимся с единицы 1xx. Например, 100 Trying для обнуления таймеров в оборудовании пользователя; 180 Ringing идентичен сигналу КПВ в ТфОП.

Ответы 2xx означают, что запрос был успешно обработан. Базовым ответом данной группы является сообщение 200 ОК**.** Значение этого ответа зависит от соответствующего запроса, например, ответ 200 ОК на запрос INVITE означает, что вызываемый пользователь согласен принять участие в сеансе связи. Ответ 200 ОК на запрос BYE означает завершение связи.

Ответы 3xx информируют оборудование вызывающего пользователя о новом местоположении вызываемого пользователя или переносят другую информацию, которая может быть использована, чтобы с ним связаться.

Ответы 4xx информируют о том, что в запросе обнаружена ошибка.

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

Ответы 6xx информируют о том, что соединение с вызываемым пользователем установить невозможно.

Характеристика сообщений протокола SIP представлена в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Основные сообщения протокола SIP

Запросы SIP	Длина,байт	Ответы SIP	Длина,байт
INVITE	976	100 tryinig	496
ACK	676	180 ringing	496
PRACK	496	183 session progres	956
UPDATE	496	200 OK	1036
BYI	556	401 unauthorized	726
REGISTER	856	483 busy	496
SUBSCRIBER	946		
NOTIFY	596		

Протокол SIP может быть использован совместно с протоколом H.323. Возможно также взаимодействие протокола SIP с системами сигнализации ССОП - DSS1 и ОКС-7. Одной из важнейших особенностей протокола SIP

является его независимость от транспортных технологий, то есть в качестве транспорта могут применяться протоколы X.25, Frame Relay, AAL5, IPX и др., но предпочтение отдается технологии маршрутизации пакетов IP и протоколу UDP. Пример построения сети с использованием протокола SIP представлен на рис. 5.8.

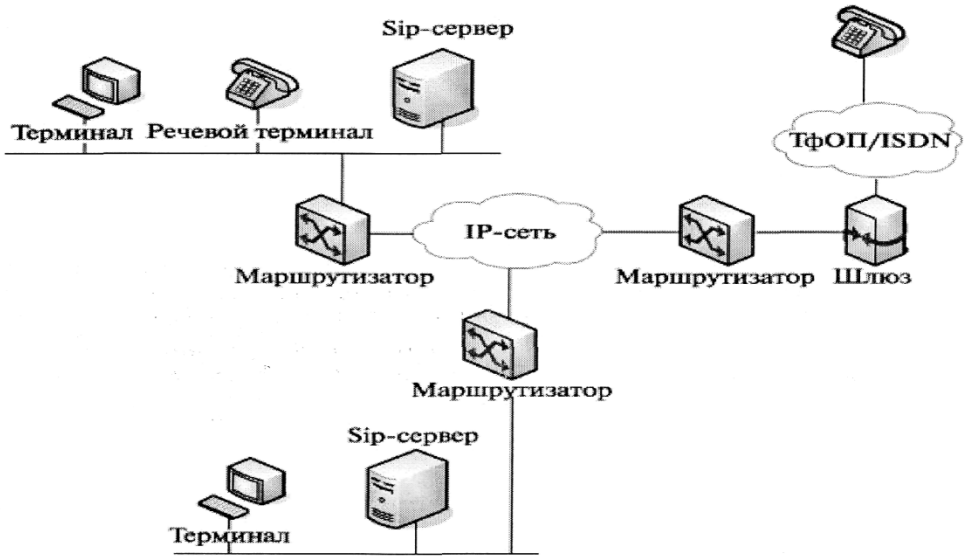


Рис. 5.8 - Структура сети с использованием протокола SIP

Сеть SIP содержит следующие основные элементы:

- агент пользователя (User Agent или SIP client), являющийся приложением терминального оборудования. Включает в себя две составляющие: клиент агента пользователя (User Agent Client - UAC) и сервер агента пользователя (User Agent Server - UAS), иначе называемые клиент и сервер. Клиент UAC инициирует SIP-запросы, т.е. выступает в качестве вызывающей стороны. Сервер UAS принимает запросы и отвечает на них, т.е. выступает в качестве вызываемой стороны;

- прокси-сервер (proxy server), принимающий, обрабатывающий и отправляющий запросы дальше на следующий сервер, который может быть как другим прокси-сервером, так и последним UAS. Таким образом, прокси-сервер принимает и отправляет запросы и клиента, и сервера. Приняв запрос от UAC, прокси-сервер действует от имени этого UAC;

- сервер переадресации (redirect server) передает клиенту в ответе на запрос адрес следующего сервера или клиента, с которым первый клиент связывается затем непосредственно. Он не может инициировать собственные запросы, т.е. этот сервер просто выполняет функции поиска текущего адреса пользователя;

- сервер местоположения (location server) - база адресов, доступ к которой имеют SIP-серверы, пользующиеся ее услугами для получения информации о возможном местоположении вызываемого пользователя.

Ещё одним сигнальным протоколом, используемым при построении сетей NGN, является протокол управления шлюзами MGCP (Media Gateway Control Protocol), реализация которого использует принцип декомпозиции. Согласно

принципу декомпозиции шлюз разбивается на отдельные функциональные блоки (рис. 5.9).

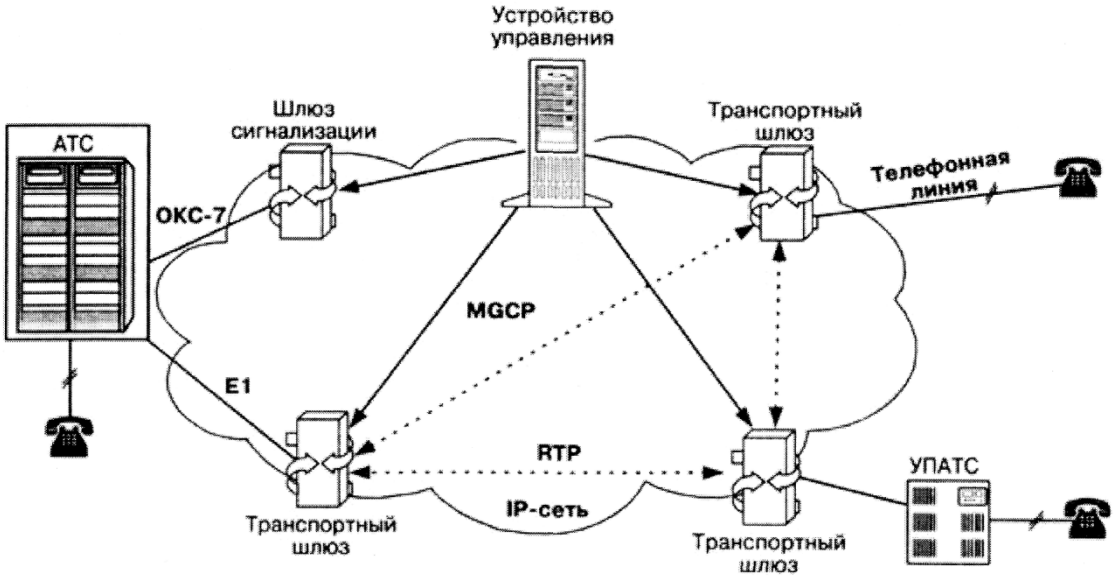


Рис. 5.9 - Архитектура сети NGN, базирующейся на протоколе MGCP

Транспортный шлюз (медиа-шлюз) выполняет функции преобразования речевой информации, поступающей со стороны ССОП с постоянной скоростью, в вид, пригодный для передачи по сетям с маршрутизацией пакетов IP: кодирование и упаковку речевой информации в пакеты RTP/UDP/IP, а также обратное преобразование.

Шлюз сигнализации обеспечивает доставку сигнальной информации, поступающей со стороны ССОП, к устройству управления шлюзом и перенос сигнальной информации в обратном направлении. Шлюз сигнализации выполняет функции STP - транзитного пункта системы сигнализации по общему каналу - ОКС№7.

Более функциональным по сравнению с протоколом MGCP стал протокол MEGACO(MEGACO/H.248). Основной особенностью протокола MEGACO является то, что для переноса сигнальных сообщений MEGACO/H.2488 могут использоваться протоколы UDP, TCP, SCTP или транспортная технология ATM. Поддержка для этих целей протокола UDP - одно из обязательных требований к контроллеру шлюзов. Основные характеристики сигнальных протоколов можно увидеть в табл. 5.2.

Для взаимодействия гибких коммутаторов (softswitch) между собой используется *протокол,* не зависящий от среды передачи *BICC* (Bearer Independent Call Control). Этот протокол реализует передачу по сети NGN сигнальных сообщений прикладной подсистемы ISUP, что облегчает операторам связи переход к сети NGN и обеспечить взаимодействие новой мультисервисной сети с существующими телефонными и мобильными сетями.

Архитектура BICC предусматривает, что вызовы будут входить в сеть и выходить из нее с поддержкой протокола BICC через *интерфейсный узел обслуживания* ISN (Interface Serving Node), предоставляющий сигнальные

интерфейсы ISUP-BICC между сетью ТфОП/ISDN с коммутацией каналов и пакетной сетью NGN.

Таблица 5.2

Основные характеристики сигнальных протоколов сети NGN

Характеристики протокола	**Протокол сигнализации**			
	SIP	**H.323**	**MGCP**	**MEGACO**
Назначение	Для IP-коммуникаций	Для IP- коммуникаций	Для управления транспортными шлюзами	
Архитектура	Peer-to-Peer (одноранговая)	Peer-to-Peer	Master-Slave	
Интеллект	Рассредоточен по элементам сети	В ядре сети	В ядре сети	
Сложность	Простой	Сложный	Простой	
Масштабируемость	Высокая	Средняя	-	
Тип данных	Речь, данные, видео	Речь, данные, видео	Управление передачей речи, данных	
Показатели QoS	Поддерживается	Поддержка дифференцированного обслуживания	Контроль QoS на уровне IP	
Адресация	Поддержка IP-адресов и имен доменов, через DNS	Поддержка IP- адресов, мультизонная, многодоменовая поддержка через привратник	Цифровая адресация терминалов пользователей, поддержка IP- адресов и имен доменов для транспортных шлюзов	

Семейство протоколов транспортировки сигнальной информации SIGTRAN (Signaling Transport over IP) предназначено для передачи сообщений различных протоколов сигнализации сетей с коммутацией каналов через сеть с коммутацией пакетов NGN.

В архитектуру семейства SIGTRAN входит общий *протокол передачи с управлением потоком* SCTP (Stream Control Transmission Protocol). Данный протокол обеспечивает транспортировку сообщений сигнализации через сеть IP между двумя оконечными пунктами, с избыточностью доставки информации и повышенной степенью надежности. Для этого применяется стандартизованный метод, отличающийся встраиванием в протокол повышенной надежности доставки в реальном времени информации от нескольких источников по нескольким информационным потокам.

5.4.3 Служебные протоколы

Служебные протоколы сети NGN используются для различных вспомогательных целей (контроля доступа пользователей к услугам, технического обслуживания, биллинга, доступа к приложениям и др.). Например, протоколы технического обслуживания: протокол *SNMP* (Simple

Network Management Protocol) используется для организации управления сетями связи на основе архитектуры UDP, протокол *TR-069* - протокол удаленного конфигурирования, технического обслуживания и управления абонентским оборудованием.

Протоколы авторизации, аутентификации и учета AAA используются для описания процесса предоставления доступа и контроля за ним.

Основными протоколами AAA являются:

- *RADIUS* (Remote Authentication in Dial-In User Service);
- *DIAMETER* - сеансовый протокол, созданный для преодоления некоторых ограничений протокола RADIUS.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО РАЗДЕЛУ 5

5.1. Дайте определение сети NGN и поясните основные ее характеристики.

5.2. Какие уровни содержит архитектура сетей NGN? Поясните их назначение.

5.3. Поясните по каким критериям можно выполнить классификацию оборудования сетей NGN.

5.4. Что такое Softswitch (гибкий коммутатор)?

5.5. Перечислите основные функции Softswitch.

5.6. Для чего предназначены шлюзы в сетях NGN?

5.7. Какие виды шлюзов сетей NGN бывают и в чем их отличие?

5.8. Какие терминальные устройства и как могут быть подключены к сети NGN?

5.9. Как классифицируются протоколы сетей NGN?

5.10. Какие протоколы используются в сети NGN для передачи пользовательской информации, критичной к задержкам?

5.11. Назовите назначение протокола RTP?

5.12. Какой транспортный протокол использует протокол RTP?

5.13. Между какими элементами сети NGN используются протоколы сигнализации?

5.14. Перечислите основные типы протоколов сигнализации, используемые Softswitch в сети NGN.

5.15. Перечислите функции основных элементов сети H.323.

5.16. Для чего предназначен протокол SIP?

5.17. Перечислите функции основных элементов сети на базе протокола SIP и укажите их функции.

5.18. Какой принцип положен в основу протокола MGCP и в чем его суть?

5.19. Перечислите виды медиашлюзов, в чем их отличие?

5.20. Перечислите особенности протокола MEGACO/H.248.

5.21. Для чего используется протокол BICC?

5.22. Какие функции выполняет протокол SIGTRAN?

РАЗДЕЛ 6 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И АРХИТЕКТУРА ПОДСИСТЕМЫ IMS

6.1 Концепция мультимедийной подсистемы IMS

Возможности, предоставляемые технологиями NGN, позволяют телекоммуникационным операторам расширять набор предоставляемых услуг и создавать такие сетевые конфигурации, которые ориентированы не только на предоставление базовых услуг телефонии, но и на предоставление услуг класса «Triple Play Service».

Эволюция инфокоммуникационных технологий привела к созданию такой архитектуры мультисервисной сети, которая в рамках единой инфраструктуры предоставляет пользователю услуги стационарных сетей с разными транспортными технологиями, а также сетей подвижной связи.

Концепция сетей связи следующего поколения может быть реализована на базе различных технических решений, одним из которых является платформа IMS (IP Multimedia Subsystem) - мультимедийная подсистема на основе IP-протоколов. Концепция IMS по аналогии с концепцией Triple Play получила название Quadro Play (4 Play).

Подсистема IMS предназначена для передачи голоса и данных в рамках единой пакетной сети, используя принцип разделения управления вызовами и голосовым трафиком, роумингом вызовов между мобильными и фиксированными сетями.

Первоначально мультимедийная подсистема IMS была разработана применительно к построению сетей подвижной связи поколения на базе IP-протоколов. В дальнейшем эта концепция была рекомендована для использованием в стационарных сетях для реализации широкого спектра инфокоммуникационных услуг с использованием стека IP - протоколов.

Внедрение подсистемы IMS можно разделить на следующие этапы:

1) предоставление IMS-подобных услуг на сетях некоторых зарубежных операторов мобильной связи. Однако, внедрение IMS-услуг весьма ограниченно, что объясняется отсутствием роуминговых соглашений, касающихся IMS-функций. Услуги первого этапа внедрения подсистемы IMS были ориентированы в основном на корпоративных пользователей;

2) характеризуется широким появлением на рынке мобильных терминалов с IMS-функциями, которые обладают функциями онлайнового обмена видеоинформацией, т.е. видеотелефония становится типовой услугой;

3) осуществляется переход к сетям 4G и LTE, что позволяет предоставлять широкий спектр интегрированных мультимедийных услуг как через мобильные, так и через сети фиксированной связи.

Реализация концепции подсистемы IMS на сетях операторов связи содействует внедрению новых инфокоммуникационных что позволяет компенсировать возможное снижение доходов от традиционных видов связи и

способствует увеличению показателей прибыли на абонента (Average Revenue PerUser, ARPU).

Наряду с увеличением ARPU телекоммуникационные операторы решают задачи повышения качества обслуживания и ведения расчетов, эффективного внедрения новых широкополосных услуг и снижения эксплуатационных расходов. Этапы конвергенции фиксированных сетей и сетей мобильной связи (FMC, Fixed-Mobile Convergence) показаны на рис. 6.1.

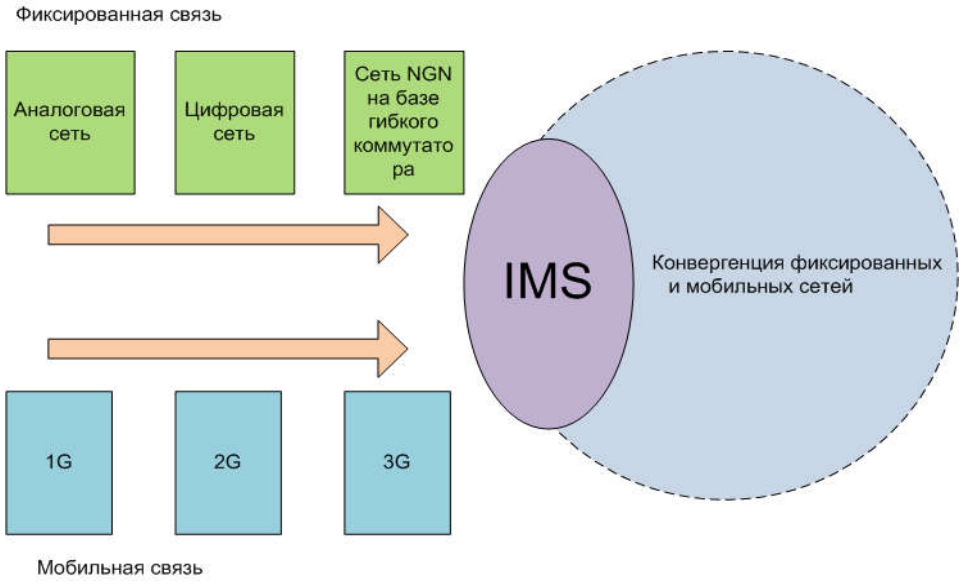


Рис. 6.1 - Этапы конвергенции фиксированных и мобильных сетей

6.2 Трехуровневая архитектура подсистемы IMS

Аналогично архитектуре сети NGN подсистема мультимедийной связи IMS является многоуровневой (рис. 6.2), что позволило обеспечить независимый от технологии доступа открытый механизм предоставления услуг. Многоуровневая архитектура позволяет задействовать в сети приложения любых сторонних поставщиков услуг.

Трехуровневая архитектура IMS включает в себя:

- транспортный уровень, реализующий функции доступа на различных технологиях;
- уровень управления сеансами связи, включающий в себя функциональные модули управления вызовами CSCF (Call Session Control Function) и базу данных абонентов HSS (Home Subscriber Server);
- уровень приложений, включающий в себя серверы приложений PS (Presence Server) и SIP AS (SIP Application Server).

Соответствующая трехуровневой архитектуре IMS функциональная организация подсистемы IMS показана на рис. 6.3.



Рис. 6.2 - Трехуровневая архитектура IMS

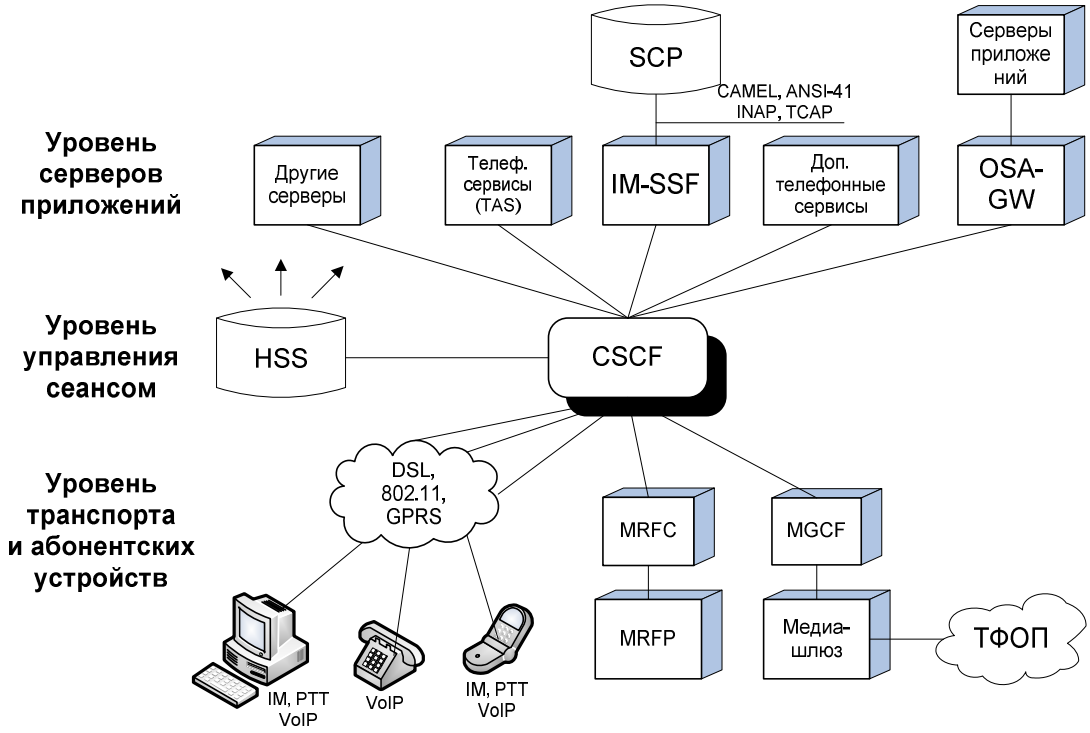


Рис. 6.3 - Функциональная организация подсистемы IMS

Уровень транспорта и абонентских устройств обеспечивает подключение абонентских терминалов к инфраструктуре IMS с помощью пользовательского оборудования. Оборудование этого уровня инициирует и

терминирует сигнализацию SIP, необходимую для установления сеансов связи и предоставления базовых услуг, к которым относится преобразование речи из аналоговой или цифровой формы в IP-пакеты с использованием протокола RTP (Realtime Transport Protocol).

Оборудование этого уровня включает:

- MRFC (Media Resource Function Controller) - контроллер мультимедийных ресурсов, находящийся на сигнальном уровне, обеспечивает взаимодействие с S-CSCF(Call/Session Control Function) по протоколу SIP;

- MGW(Media Gate Way) - транспортный медиашлюз, основная задача которого реализацовать функций преобразования речевой информации в IP-пакеты;

- MRFP (Media Resource Function Processor) - процессора ресурсов мультимедиа под управлением контроллера ресурсов мультимедиа MRFC обеспечивает функции поддержки мультимедийных сеансов, включающие конфигурирование ресурсов, смешивание разнообразных медиапотоков от нескольких источников, их обработку и управление доступом к медиаресурсам при организации различных конференции.

Уровень управления сеансом реализует совокупность функций IMS, которые осуществляют необходимые действия по управлению сеансами связи.

Основные элементы этого уровня:

- CSCF (Call/Session Control Function) - модуль функций управления сеансами связи и HSS (Home Subscriber Server) - сервер домашних абонентов.

Модуль CSCF создает централизованный механизм маршрутизации и определяет порядок работы сети.

На сервере HSS находится пользовательская база данных, поддерживающая подсистему IMS. Используется при обработке вызовов.

Уровень серверов приложений является верхним уровнем.

Верхний уровень эталонной архитектуры подсистемы IMS содержит набор серверов приложений, которые, собственно, не являются элементами IMS. Они работают, как бы поверх нее.

Основные функции серверов этого уровня - обслуживание и модификация SIP-сеансов, формирование SIP-запросов, передача необходимой информации средствам начисления платы за услуги.

Подсистемой IMS обычно используются три типа серверов: SIPAS, OSA-SCS, IM-SSF.

Сервер приложений SIPAS (SIP Application Server) является классическим сервером приложений, т.е. выполняет функции предоставления мультимедийных услуг на базе протокола SIP.

Сервер приложений OSA-SCS (Open Service Access- Service Capability Server) - это интерфейс к серверу приложений OSA. С одной стороны он функционирует как сервер приложений со стороны S-CSCF, с другой, как интерфейс между сервером приложений OSA и OSAAPI.

Сервер приложений IM-SSF (IP Multimedia Service Switching Function) реализует услуги CAMEL (Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic), разработанные для мобильных GSM сетей.

Перечисленные серверы помимо обязательного интерфейса со стороны IMS могут еще иметь интерфейсы к HSS, как показано на рис. 6.4.

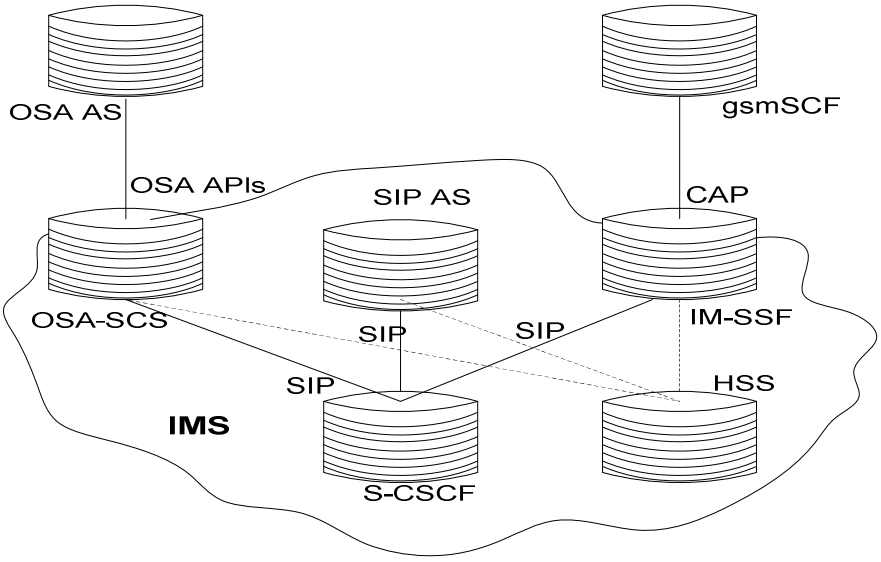


Рис. 6.4 - Серверы уровня приложений

Сервер HSS - главное хранилище всей информации об абонентах, а также информации о сервисах, предоставляемых IMS. Здесь содержатся идентификаторы пользователей, регистрационная информация, параметры доступа и информация активации сервисов.

Идентификаторы пользователей содержат две части:

- частные идентификаторы пользователей (Private useridentities);
- публичные идентификаторы пользователей (Public useridentities).

Частный идентификатор пользователя назначается оператором домашней сети и используется при регистрации и авторизации.

Публичный идентификатор пользователя необходим для того, чтобы другие пользователи запрашивали по нему право на обмен информацией с данным пользователем.

Кроме того, сервер домашних абонентов HSS содержит набор функций домашнего регистра местоположения *HLR* (Home Location Register) и центра аутентификации AUC (Authentication Center), необходимые для доменов коммутации каналов и пакетов.

Домашний регистр местоположения HLR поддерживает работу центров коммутации мобильной связи MSC.

Центр аутентификации AUC хранит секретный ключ каждого мобильного абонента, используемый для генерации динамической информации по выполнению функций обеспечения безопасности. Данная информация используется для аутентификации и выполнения процедур обеспечения

шифрования обмена информацией на радио участках между устройствами пользователя и сетью.

Модуль управления сеансами связи CSCF реализует три основных функции:

- функцию прокси-сервера *P-CSCF* (Proxy CSCF);
- функцию обслуживания *S-CSCF* (Serving CSCF);
- функцию запроса *I-CSCF* (Interrogating CSCF).

Прокси-сервер P-CSCF является точкой взаимодействия на сигнальном уровне абонентского IMS-терминала и IMS-сети. Этот сервер выполняет:

- сжатие SIP - сообщений;
- работу по протоколу IPSec (IP Security);
- взаимодействие с функцией PDF (Policy Decision Function) и распознавание экстренных вызовов.

Также сервер P-CSCF выполняет процедуры проверки безопасности, целостности и конфиденциальности соединений, для чего после процедуры начальной регистрации P-CSCF выполняет процедуры проверки целостности и конфиденциальности обмена сообщениями по SIP- протоколу.

Функция выбора политики PDF прокси-сервера P-CSCF, используя характеристики информационного трафика, такие как, требуемая полоса пропускания, определяет возможность организации сеанса связи или его запрета.

Назначение функция запроса I-CSCF прокси-сервера - создать на сигнальном уровне первую контактную точку домашней сети IMS при регистрации пользователей, находящихся в визитной сети, а также при установлении соединений между абонентами, находящимися в различных домашних сетях.

Назначение функции обслуживания S-CSCF состоит в выполнении следующих процедур:

- регистрационные процедуры;
- процедура принятия решений о маршрутизации;
- процедура управления сетевыми ресурсами: шлюзами, серверами, пограничными устройствами;
- отслеживание состояния сессии;
- сохранение профилей сервисов.

Запрос на регистрацию, поступающий от пользователя, маршрутизируется на S-CSCF, и получает информацию аутентификации из HSS, на основе которой S-CSCF генерирует ответ устройству пользователя. После получения этого ответа S-CSCF принимает регистрацию и начинает контролировать статус этой регистрации. После такой процедуры пользователь может пользоваться сервисами, предоставляемыми IMS.

Таким образом, можно сделать вывод, что архитектура IMS позволяет комбинировать несколько функций в одном физическом объекте или распределять их по разным объектам, но чаще физическую архитектуру IMS

ставят в соответствие функциональной и реализуют каждую функцию в отдельном узле. На рис. 6.5 показано взаимодействие элементов сети IMS.

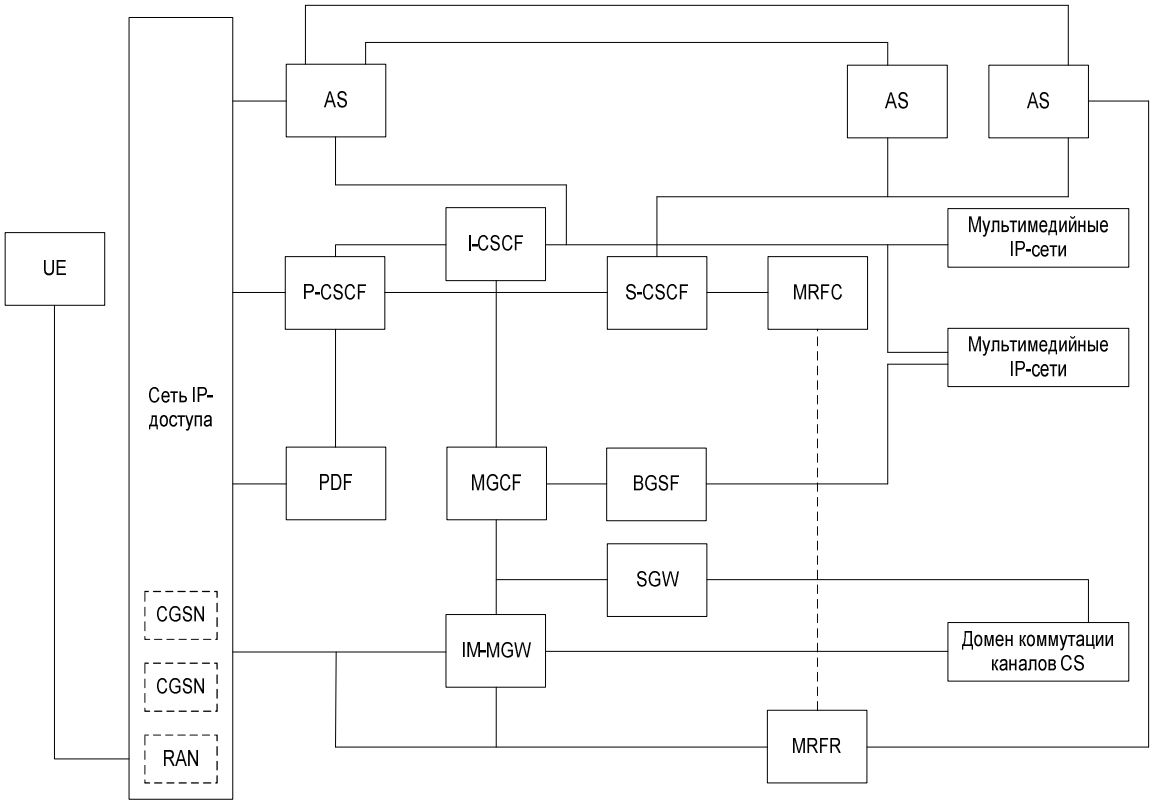


Рис. 6.5 - Взаимодействие элементов сети IMS

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО РАЗДЕЛУ 6

6.1. В чем суть конвергенции фиксированных и мобильных сетей?

6.2. Что такое подсистема IMS?

6.3. Перечислите основные особенности концепции IMS.

6.4. Сколько уровней содержит архитектура IMS?

6.5. Какие функции выполняет транспортный уровень подсистемы IMS?

6.6. Какие функции выполняет уровень управления сеансами связи подсистемы IMS?

6.7. Какие функции выполняет уровень приложений подсистема IMS?

6.8. Какие функциональные элементы входят в состав транспортного уровня подсистемы IMS?

6.9. Какие функциональные элементы входят в состав уровня управления сеансами связи подсистемы IMS?

6.10. На какие виды разделена функция управления вызовами/сессиями CSCF?

6.11. Какие функции выполняет сервер домашних абонентов HSS?

6.12. Сколько и какие идентификаторы пользователей содержит сервер HSS?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Росляков, А. В. Сети связи [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А. В. Росляков; ПГУТИ, - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. издания 2017 г. – Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Roslyakov_Seti_svyazi_uchebnoe_posobie_2017.pdf.

2. Росляков, А. В. Сети следующего поколения NGN [Текст]: учебное пособие / А. В. Росляков; ПГАТИ. - Самара: ИУНЛ ПГАТИ, 2008. - 424 с.: ил.

3. Росляков, А.В. Будущие сети (Future Networks) [Текст] / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин. - Самара: ИНУЛ ПГУТИ, 2015. - 274 с.