Глава 2

ПЕРВИЧНАЯ СЕТЬ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЕСЭ

2.1. Структура первичной сети общего пользования

Первичная сеть общего пользования (ПСОП) является первым (базовым) уровнем в архитектуре ЕСЭ. На основе первичной сети организуются различные вторичные сети, поэтому каналы передачи, сетевые тракты и физические цепи ПСОП должны быть типовыми и универсальными, то есть иметь параметры, соответствующие принятым нормам и обеспечивать передачу информационных потоков различных видов электросвязи.

ПСОП охватывает всю страну и состоит из: магистральной первичной сети (МПС); внутризоновых первичных сетей (ВзПС); местных первичных сетей (ПСМ). Каждая из этих сетей включает: сетевые узлы (СУ); сетевые станции (СС); линии передачи первичной сети и оконечные устройства первичной сети.

Первичные сети могут строиться по радиальной (радиально-узловой), решетчатой или комбинированной структуре.

Сеть радиальной структуры (рис. 2.1,а) включает ряд сетевых станций (СС), которые соединяются между собой через один сетевой узел (СУ). Однако надежность такой сети очень мала: выход из строя сетевого узла лишает работоспособности всей сети полностью, выход из строя хотя бы одной линии выводит из сети соответствующую сетевую станцию.

Решетчатая структура (рис. 2.1,б) характеризуется высокой надежностью (имеется много путей обеспечения связи), но худшей экономичностью из-за значительного расхода сил и средств на строительство и эксплуатацию сети.

В практике используется компромиссное решение в виде сочетания радиальной и решетчатой структур – это видно по схеме построения первичной сети общего пользования Российской Федерации, упрощенный вариант которой приведен на рис. 2.2.

Приведем определения и назначение составных частей ПСОП ЕСЭ РФ [10,14].

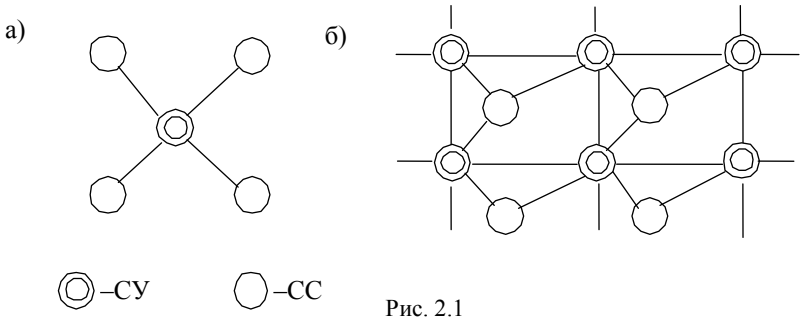

Рис. 2.1

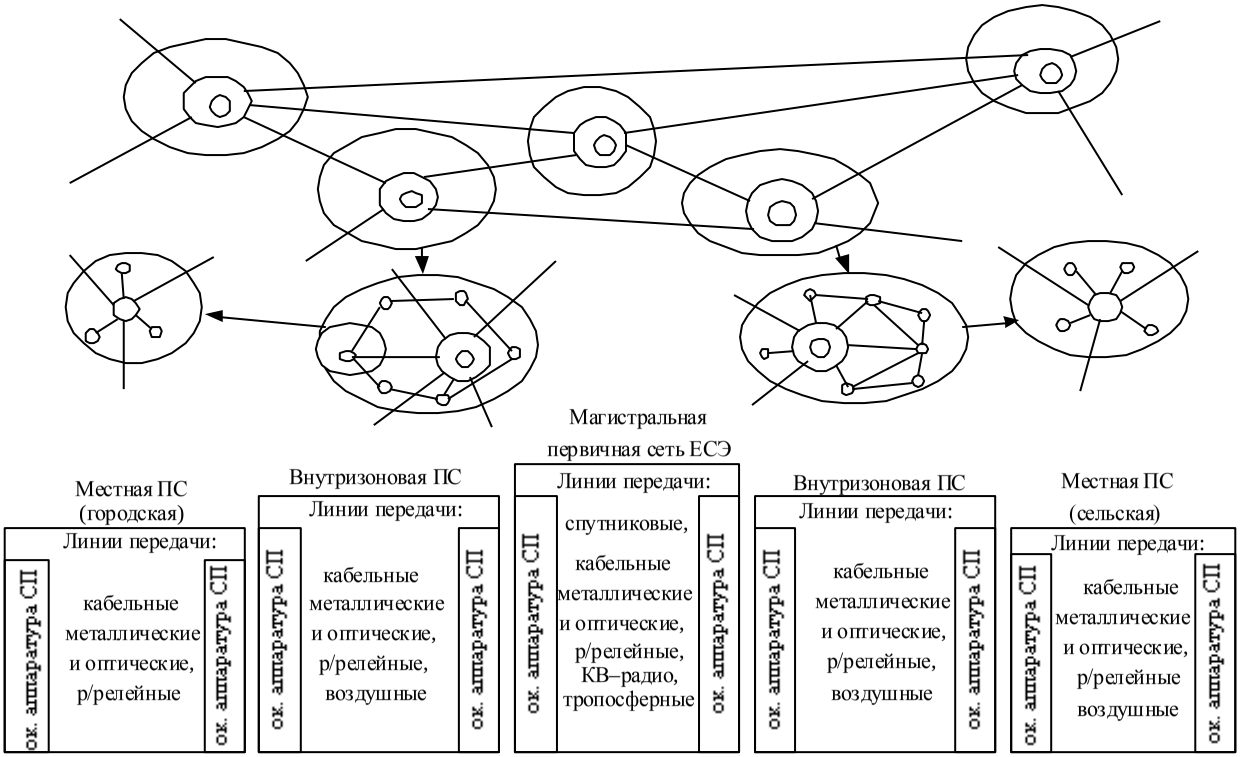
Магистральная
первичная сеть ЕСЭ
Местная ПС
(городская)
Линии передачи:
ок. аппаратура СП
кабельные
металлические
и оптические,
р/релейные
ок. аппаратура СП
Внутризоновая ПС
Линии передачи:
ок. аппаратура СП
кабельные
металлические
и оптические,
р/релейные,
воздушные
ок. аппаратура СП
Линии передачи:
ок. аппаратура СП
спутниковые,
кабельные
металлические
и оптические,
р/релейные,
КВ–радио,
тропосферные
ок. аппаратура СП
Внутризоновая ПС
Линии передачи:
ок. аппаратура СП
кабельные
металлические
и оптические,
р/релейные,
воздушные
ок. аппаратура СП
Местная ПС
(сельская)
Линии передачи:
ок. аппаратура СП
кабельные
металлические
и оптические,
р/релейные
воздушные
ок. аппаратура СП

Рис. 2.2

Магистральная первичная сеть (МПС) – часть первичной сети ОП, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи и сетевых трактов разных внутризоновых первичных сетей ОП на всей территории страны. Она базируется в основном на кабельные (металлические и волоконно-оптические), радиорелейные и спутниковые линии передачи. Структура МПС – комбинированная, сочетающая решетчатую и радиально-узловую структуры. Каждый узел МПС должен иметь не менее трех выходов на другие сетевые узлы, чтобы была возможность организации любой связи не менее чем по трем независимым путям.

Внутризоновая первичная сеть (ВзПС) – часть первичной сети ОП, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи и сетевых трактов разных местных первичных сетей ОП одной зоны нумерации телефонной сети. В России 76 зон нумерации телефонной сети. ВзПС базируется на кабельных, радиорелейных и воздушных линиях передачи и строится таким образом, чтобы имелось не менее двух независимых путей составления каналов и сетевых трактов между каждым внутризоновым узлом (областным, краевым, республиканским центром) и каждой внутризоновой сетевой станцией.

Местная первичная сеть (ПСМ) – часть первичной сети ОП, ограниченная территорией города (городская) с пригородами или сельского района (сельская). Она обеспечивает соединение типовыми каналами передачи местных сетевых станций. Структура ПСМ определяется особенностями конкретного города или сельского района и строится, как правило, по радиально–узловому принципу.

Сетевой узел (СУ) – это комплекс технических средств, обеспечивающий образование и перераспределение сетевых трактов, типовых каналов передачи и физических цепей, а также предоставление их вторичным сетям и отдельным потребителям. Перераспределение каналов передачи и трактов, осуществляется путем транзитного соединения каналов передачи и групповых трактов, образованных на примыкающих к узлу линиях передачи.

Сетевая станция (СС) – это комплекс технических средств, обеспечивающий образование и представление вторичным сетям типовых сетевых трактов, каналов передачи и транзит их между различными участками первичной сети (например, между высшим и низшим рангами сети). Обычно сетевые станции содержат также элементы сетевых узлов, отчасти выполняя их функции, и наоборот.

Линия передачи первичной сети – это совокупность линейных трактов систем передачи и (или) типовых физических цепей, имеющих общие линейные сооружения, устройства их обслуживания и одну и ту же среду распространения в пределах действия устройств обслуживания.

Оконечные устройства первичной сети – это технические средства, обеспечивающие образование типовых физических цепей или типовых каналов передачи для предоставления их абонентам вторичных сетей и другим потребителям.

В настоящее время в связи с появлением различных операторов связи (физических и юридических лиц), кроме выше приведенного территориального деления первичной сети, существует деление ее по территориям, управляемым одним оператором – собственником части ПСОП.

2.2. Узлы и станции первичной сети

Сетевые узлы (СУ) первичной сети ОП являются основными точками ее структуры. СУ являются общими (по территориальному размещению) для существующей аналоговой и наложенной цифровой первичной сети, оборудованной ЦСП синхронной и плезиохронной цифровой иерархией.

В зависимости от выполняемых функций на первичной сети организуются сетевые узлы двух типов – переключения и выделения.

Сетевые узлы переключения (СУП) выполняют функции: организации типовых каналов передачи и сетевых трактов; организации переключения типовых каналов и сетевых трактов в процессе управления сетью (при формировании и резервировании сети); предоставления типовых каналов и сетевых трактов вторичным сетям и другим потребителям; оперативно–технического контроля и обслуживания аппаратуры СУ, линий передачи, соединительных линий, линейных и сетевых трактов и каналов передачи; обеспечения стыка аналоговых и цифровых каналов и трактов. СУП должен иметь не менее трех географически разнесенных выходов к другим СУ, организованных по кабельным, радиорелейным и спутниковым линиям передачи.

Сетевые узлы выделения (СУВ) выполняют те же функции, что и СУП, кроме организации переключения типовых каналов и сетевых трактов в процессе управления сетью. СУВ должны иметь два выхода к другим СУ, организованных по разным линиям передачи.

СУП и СУВ организуются на всех уровнях первичной сети ОП: магистральной – обозначаются МСУП, МСУВ; внутризоновой – ВзСУП, ВзСУВ; местной – СУПМ, СУВМ.

Для организации межгосударственных соединений на первичных сетях организуются пограничные сетевые узлы (ПСУ) или в их качестве используются магистральные узлы переключения (МСУП-П) или выделения (МСУВ-П).

Сетевые станции (СС) в отличие от сетевых узлов являются оконечными точками соответствующих частей первичной сети (магистральной, внутризоновых и местных) и выполняют следующие функции: организации типовых физических цепей, типовых сетевых трактов и каналов передачи; транзита некоммутируемых типовых каналов передачи и групповых трактов из сети высшего звена в сеть низшего звена иерархии; предоставления типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов вторичным сетям и другим потребителям; оперативно-технического контроля и обслуживания аппаратуры СС, соединительных линий, линейных и сетевых трактов, каналов передачи.

По принадлежности к уровням первичной сети сетевые станции именуются: магистральная (МСС), внутризоновая (ВзСС), местная (ССМ).

2.3. Линии передачи и системы передачи первичной сети

Линия передачи представляет собой среду распространения сигналов электросвязи и размещенные по ее длине пункты (станции) с оборудованием, обеспечивающим организацию линейных трактов систем передачи (включая устройства обслуживания). Линии передачи могут быть: кабельные, радиорелейные, спутниковые, воздушные.

Линия передачи, соединяющая между собой сетевые узлы, сетевой узел и сетевую станцию или две сетевые станции, называется *соединительной линией передачи.* По принадлежности к сети линии передачи и соединительные линии называются магистральными, внутризоновыми, местными.

Линия передачи, соединяющая сетевой узел или сетевую станцию и оконечное устройство, называется *абонентской линией*.

На линиях передачи оборудуются пункты: оконечные, транзитные (переприемные), промежуточные усилительные (регенерационные, ретрансляционные) обслуживаемые и необслуживаемые. Все пункты совместно со средой распространения образуют линейный тракт. Кабельные линии передачи (на основе волоконно-оптических, коаксиальных и симметричных кабелей) могут образовывать несколько линейных трактов. Если в линии передачи более восьми однотипных линейных трактов, может предусматриваться организация резервного линейного тракта.

Система передачи представляет собой комплекс технических средств, обеспечивающих образование линейного тракта, типовых групповых трактов и каналов передачи первичной сети.

По виду передаваемых в линейном тракте сигналов электросвязи системы передачи подразделяются на аналоговые и цифровые. По методу разделения каналов различают системы передачи с частотным и временным разделением каналов. В зависимости от среды распространения сигналов электросвязи системам передачи присваивают названия проводная система передачи или радиосистема передачи.

Система передачи (АСП и ЦСП) включает (рис.2.3) аппаратуру линейного тракта и оконечной станции, в состав которой входят оконечная аппаратура линейного тракта (ОАЛТ), каналообразующая аппаратура (КОА) и аппаратура сопряжения (АС).

Каналообразующая аппаратура предназначена для образования типовых групповых трактов и каналов передачи. КОА должна быть унифицированной для АСП и ЦСП. Для согласования КОА с линейным трактом используется аппаратура сопряжения (АС).

Линейный тракт системы передачи – это совокупность технических средств (линейных и станционных устройств), обеспечивающая передачу сигналов электросвязи в пределах одной системы передачи на заданную дальность связи.

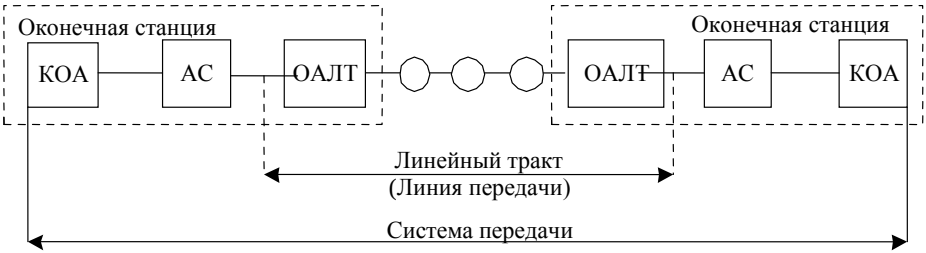

Рис.2.3

В зависимости от среды распространения, используемой для передачи сигналов электросвязи линейному тракту присваивают название кабельный, радиорелейный, спутниковый. Аппаратура линейного тракта является специализированной для каждой среды распространения и конкретной системы передачи.

В настоящее время на первичных сетях применяются как аналоговые, так и цифровые системы передачи.

Цифровизация первичной сети осуществляется путем использования цифровых систем передачи синхронной цифровой иерархии (СЦИ) на волоконно-оптических кабелях, а также ЦСП плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ) на металлических и волоконно-оптических кабелях. Цифровизация ЕСЭ РФ будет проходить относительно продолжительный период времени, поэтому на первичных сетях в этот период будут параллельно использоваться как цифровые так и аналоговые системы передачи.

2.4. Некоторые положения развития ЕСЭ РФ

Исходя из роли и назначения связи Российской Федерации, ее функционирования в современных социально-экономических условиях, целью поэтапного развития ЕСЭ является обеспечение органов управления обороной, безопасностью, правопорядком страны, предприятий, организаций, других хозяйствующих субъектов и населения средствами и услугами связи на соответствующем развитию страны уровне. Достижение этой цели возможно путем создания высокоорганизованной, интеллектуальной, автоматизированной системы (сети, среды), обеспечивающей передачу (обработку, хранение) между различными оконечными устройствами (терминалами) пользователей разнообразных видов сообщений и предоставление пользователям комплекса определенных услуг с требуемым качеством и надежностью.

При этом развитие ЕСЭ осуществляется исходя их следующих требований:

совершенствование и развитие первичных и вторичных сетей должны рассматриваться как единая взаимоувязанная задача, целью которой является пропорциональное развитие всех элементов обеих сетей;

капитальные вложения на развитие сетей и их элементов должны быть минимальными с учетом максимального использования уже имеющихся средств и сооружений связи;

все решения по развитию ЕСЭ не должны противоречить мировым тенденциям развития сетей связи, направленным к расширению спектра услуг: переход к сетям с интеграцией служб, создание интеллектуальной сети, сетей подвижной связи и универсальной персональной связи, введение услуг мультимедиа и др.

2.4.1. Направления совершенствования первичных сетей.

Первичная сеть ОП развивается на базе проводных (с использованием волоконно-оптического, коаксиального, симметричного кабеля) и радиосредств (с использованием радиорелейных, тропосферных и спутниковых линий).

Направлением развития первичной сети ОП является внедрение цифровых систем передачи (ЦСП), а основной задачей на этапе ее цифровизации – создание *цифровой наложенной первичной сети* (магистральной, внутризоновых и местных), предназначенной для предоставления цифровых каналов вторичным сетям и потребителям.

Сеть связи цифровая наложенная – сетевая структура, которая строится параллельно существующей аналоговой сети и сопрягается с существующей сетью на различных иерархических уровнях.

Цифровизация первичной сети осуществляется как путем реконструкции существующих линейных сооружений связи, так и путем капитального строительства ЦСП синхронной цифровой иерархии (СЦИ) на волоконно–оптических кабелях и радиорелейных линиях. Работа проводится комплексно на всех уровнях первичной сети с учетом технико-экономической целесообразности. По мере внедрения волоконно–оптических кабелей и систем СЦИ будет изменяться структура первичных сетей – в качестве основной предусматривается использовать кольцевую структуру. Она создается на основе мощных высокоскоростных цифровых потоков СЦИ. Ответвление цифровых потоков меньших скоростей от колец осуществляется с помощью ЦСП ПЦИ и менее скоростных ЦСП СЦИ, используя металлические и волоконно-оптические кабели.

Цифровизация первичных сетей осуществляется как на основе стратегии наложения цифровой первичной сети на существующую аналоговую, так и путем внедрения ЦСП в существующую аналоговую сеть для превращения ее в аналого-цифровую. Основу цифровой сети должны составлять несколько мощных волоконно-оптических линий передачи, которые соединяют все основные сетевые узлы первичной сети и пройдут с севера на юг и с запада на восток России. В дальнейшем они будут включены в кольцевые структуры и составлять транс-

портную сеть ЕСЭ РФ, состоящую на первых порах из магистральной (МПС) и внутризоновой (ВзПС) первичных сетей (рис.2.4). Региональные (местные) первичные сети (ПСМ) формируют сеть доступа, которая выполняет функции доставки сигналов от пользователей до сетевых узлов транспортной сети.

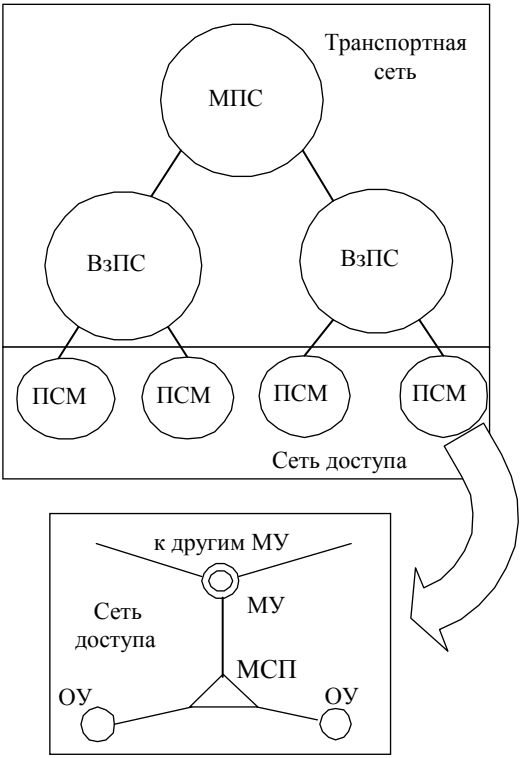

Рис.2.4

Сеть доступа включает: оконечные устройства (ОУ) первичной сети, реализуемые в виде оконечной аппаратуры систем передачи СЦИ; местные сетевые подстанции (МСП), реализуемые в виде оконечной аппаратуры систем передачи ПЦИ; местные узлы первичной сети (МУ).

Таким образом, принятое в настоящее время разделение сетей на первичные и вторичные постепенно переходит к другому, двухуровневому разделению – на транспортную сеть и сеть доступа. В дальнейшем предполагается переход к неиерархической структуре сети.

Транспортная сеть – часть сети связи, охватывающая магистральные узлы (национальные и международные), междугородные станции и соединяющие их каналы передачи. Она предназначена для накопления и передачи высокоскоростных (широкополосных) потоков сообщений на основе использования волоконно-оптических линий передачи синхронной цифровой иерархии (со скоростями передачи до 10 Гбит/с) и асинхронного режима переноса – режима переноса сигналов в виде фрагментов (ячеек, контейнеров), состоящих из определенного числа сообщений в цифровом виде.

2.4.2. Направления развития вторичных сетей

Развитие вторичных сетей (в перспективе сетей доступа) направлено прежде всего на совершенствование существующих услуг и расширение набора услуг.

Сеть доступа – совокупность абонентских линий и станций местной сети, обеспечивающих доступ абонентских терминалов к транспортной сети, а также местную связь без выхода на транспортную сеть. Сеть доступа состоит из абонентских линий (на металлических, волоконно-оптических кабелях) или радиоканалов с подключенными к ним абонентскими оконечными устройствами (терминалами), местных станций коммутации, соединяющих их линий передачи и линий передачи к узлам транспортной сети.

Развитие сети доступа предполагает:

комбинированное использование проводных абонентских линий (медный и волоконно-оптический кабели) и радиолиний;

развитие *сотовых сетей связи* – это сеть связи, использующая разбиение обслуживаемой территории на ряд ячеек (сот) с размещением в них базовых приемопередающих радиостанций и автоматически обеспечивающая непрерывность связи при перемещении подвижного пользователя из ячейки в ячейку;

развитие службы *мультимедиа*, осуществляющей формирование и последующую передачу одновременно нескольких видов информации по сети электросвязи (например, может передаваться звук + текст + неподвижные или подвижные изображения);

создание *интеллектуальных сетей* – это сетевая структура, состоящая из базовой сети электросвязи и интеллектуальной надстройки, обеспечивающая предоставление абонентам расширенного набора услуг;

изменение состава сетей (систем) электросвязи, образующих ЕСЭ, за счет интеграции ряда сетей (систем) и образования новых.

Функциональная структура ЕСЭ, отражающая ее возможное перспективное построение, представлена на рис. 2.5.

В качестве первого шага к интеграции отдельных систем (служб) электросвязи предполагается объединение систем (служб) электросвязи, обеспечивающих передачу документальных сообщений, в систему (службу) документальной электросвязи (СДЭС).

В дальнейшем развитие интеграции служб происходит на основе организации цифровых сетей и широкополосных цифровых сетей с интеграцией служб (ЦСИС и ШЦСИС), которые будут обеспечивать возможность предоставления услуг нескольких служб электросвязи, например, видеоконференцсвязь, передачу документальных сообщений, мультимедиа и др. При этом, ЦСИС – цифровая сеть с интеграцией служб должна обеспечивать цифровое соединение на стыке «абонент - сеть», а ЩЦСИС – широкополосная цифровая сеть с интеграцией служб – организацию различных служб электросвязи по высокоскоростным цифровым каналам передачи (со скоростями от 32 Мбит/с и выше) также через стык «абонент - сеть».

Услуги определенного вида электросвязи предоставляются пользователям через посредство соответствующих служб электросвязи. Кроме общеизвестных

служб (например, телефонной, телеграфной) внедряются и постоянно совершенствуются относительно новые службы электросвязи, расширяющие спектр услуг соответственно современным потребностям. Приведем и кратко охаракте-

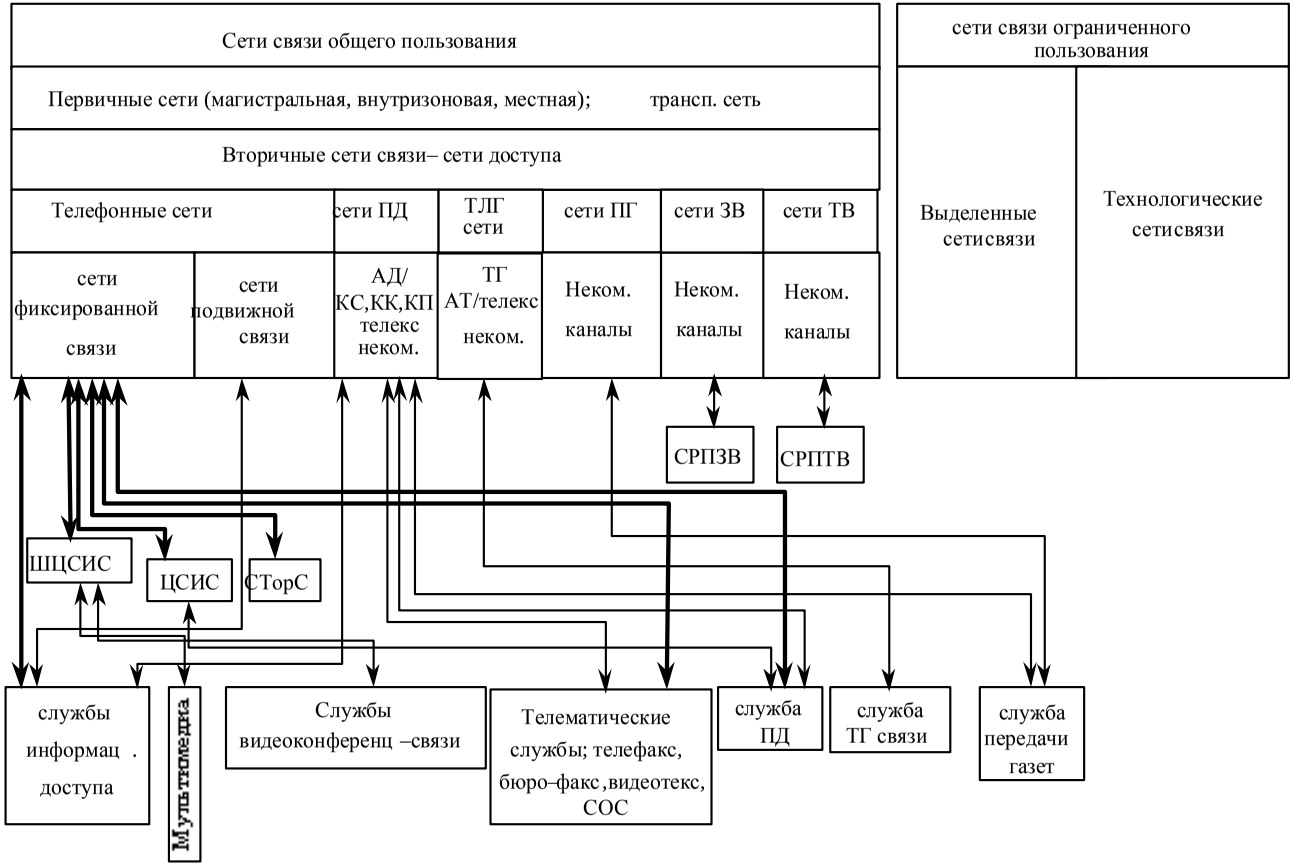
Сети связи общего пользования
Первичные сети (магистральная, внутризоновая, местная);
трансп. сеть
Вторичные сети связи– сети доступа
Телефонные сети
сети ПД
ТЛГ сети
сети ПГ
сети ЗВ
сети ТВ
сети фиксированной связи
сети подвижной связи
АД/ КС,КК,КП телекс неком.
ТГ АТ/телекс неком.
Неком. каналы
Неком. каналы
Неком. каналы
сети связи ограниченного пользования
Выделенные сетисвязи
Технологические сетисвязи
СРПЗВ
СРПТВ
ШЦСИС
ЦСИС
СТорС
службы информац . доступа
Мультимедиа
Службы видеоконференц –связи
Телематические службы; телефакс, бюро–факс ,видеотекс, СОС
служба ПД
служба ТГ связи
служба передачи газет

Рис. 2.5

ризуем некоторые из них.

Служба передачи данных – служба переноса, предоставляющая определенный набор услуг передачи данных (ПД). Она базируется на коммутируемых сетях (ПД-КС) и сетях с коммутацией каналов (ПД-КК) и пакетов (ПД-КП) Используются также телефонные сети и некоммутируемые каналы ПД. В последующем наилучшие условия для передачи данных и других нетелефонных сигналов будут созданы в цифровых сетях с интеграцией служб (ЦСИС и ШЦСИС).

Служба телеконференции (видеоконференции) обеспечивает организацию совещаний с передачей между территориально разнесенными пунктами различной информации (речь, текст, рисунки, подвижные изображения – последнее в случае видеоконференции).

Служба мультимедиа – служба электросвязи, обеспечивающая формирование и последующую передачу по сети электросвязи одновременно нескольких видов информации (например, звук, текст, неподвижные и подвижные изображения).

Телематические службы – службы электросвязи, обеспечивающие передачу документальных сообщений, кроме телеграфных и данных. Сюда входят:

служба телефакс – телематическая служба общего пользования, осуществляющая передачу по сетям документальных сообщений между абонентскими факсимильными аппаратами;

служба бюрофакс – телематическая служба общего пользования, которая обеспечивает передачу документальных сообщений, поступивших в бюро общего пользования, оснащенные факсимильными аппаратами;

служба обработки сообщений (СОС) – телематическая служба, обеспечивающая передачу сообщений между терминалами пользователей методом промежуточного накопления (метод электронного почтового ящика), а также осуществление при необходимости преобразования сообщений с последующей передачей

служба видеотекс – телематическая служба, позволяющая пользователям посредством стандартизованных процедур обращаться к базам данных через сети связи;

служба телетекс – телематическая служба, обеспечивающая пользователям в дополнение к услугам служб абонентского телеграфа и телекс возможность подготовки, редактирования и печати текстовой корреспонденции, а также передачи ее через сети связи со скоростью, превышающей скорость телеграфирования.

Последующими путями развития и совершенствования телекоммуникационных сетей, по прогнозам Международного Союза Электросвязи, должны быть направления глобализации и персонализации связи.

Глобализация связи предполагает организацию и реализацию Всемирной сети электросвязи, охватывающие все государства земного шара (рис.2.6).

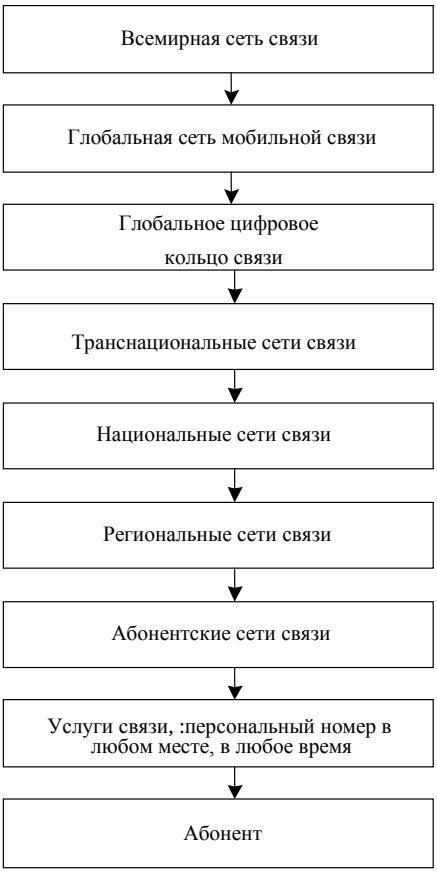

Рис. 2.6

Для этой сети строится глобальное цифровое кольцо связи на базе национальных цифровых сетей электросвязи, объединенных в единую всемирную (с точки зрения информационного пространства) сеть с помощью межсетевых стыков (аппаратных и программных), выполненных на основе рекомендаций МСЭ. Национальные сети и входящие в них региональные и абонентские сети связи совместно с глобальной сетью мобильной связи обеспечат абонента различными услугами в любом месте земного шара и в любое время.

Персонализация связи предполагает разработку и внедрение концепции *универсальной персональной связи.* В системе универсальной персональной связи любой абонент сможет пользоваться услугами электросвязи по своему *персональному номеру,* который он получит при рождении и который будет зарегистрирован во Всемирной сети связи.

Персонализация связи совместно с ее глобализацией являются по сегодняшним воззрениям своеобразным итогом или пределом развития связи.