

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

М. И. Чаклова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ

*Рекомендовано УМО по образованию
в области информатики и радиоэлектроники
в качестве учебно-методического пособия
для специальностей 1-45 01 03 «Сети телекоммуникаций»,
1-45 01 05 «Системы распределения мультимедийной информации»
по дисциплинам «Основы теории телетрафика систем и
сетей телекоммуникаций», «Системы телекоммуникаций»,
«Сетевые технологии и сигнализация в телекоммуникациях»,
«Цифровая коммутация каналов, пакетов и IP-телефония»*

Минск БГУИР 2012

УДК 621.395.3-048.35(076)

ББК 32.882-5-09я73

Ч-16

Р е ц е н з е н т ы:
кафедра телекоммуникаций и информационных
технологий Белорусского государственного университета
(протокол №8 от 20 марта 2012 г.);

начальник НИИЛ ТО ОАО «Гипросвязь»,
кандидат технических наук А. И. Воронов

Чаклова, М. И.

Ч-16 Проектирование сетей связи: учеб.-метод. пособие / М. И. Чаклова. –
Минск : БГУИР, 2012. – 95 с. : ил.
ISBN 978-985-488-894-1.

Излагаются решения по построению сетей связи следующего поколения NGN и их использование для модернизации сетей связи общего пользования. Рассматривается методология проектирования NGN при модернизации городских телефонных сетей, протоколов и услуг для них с учетом параметров качества обслуживания.

Может быть использовано студентами специальностей телекоммуникационного направления 1-45 01 на этапах курсового и дипломного проектирования по дисциплинам «Основы теории телетрафика систем и сетей телекоммуникаций», «Системы телекоммуникаций», «Сетевые технологии и сигнализация в телекоммуникациях», «Цифровая коммутация каналов, пакетов и IP-телефония».

УДК 621.395.3-048.35(076)
ББК 32.882-5-09я73

ISBN 978-985-488-894-1

© Чаклова М. И., 2012
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

1. АРХИТЕКТУРА СЕТЕЙ NGN	5
1.1. Условия перехода к сетям NGN	5
1.2. Архитектура сети NGN на базе гибкого коммутатора	5
1.3. Сеть NGN на базе концепции IMS	11
1.4. Сравнение концепций систем NGN	17
1.5. Услуги сетей NGN	20
1.6. Протоколы сетей NGN	23
1.6.1. Базовые протоколы стека TCP/IP	24
1.6.2. Сигнальные протоколы	26
1.6.3. Транспортные протоколы	37
1.6.4. Взаимодействие протоколов в сети NGN	38
2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (ТФОП)	42
2.1. Классификация сетей	42
2.2. Нумерация абонентских линий	44
2.3. Городские телефонные сети	45
3. ПРИМЕНЕНИЕ РЕШЕНИЙ NGN ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ	49
3.1. Стратегии внедрения технологий NGN при развитии сети ТФОП	49
3.1.1. Построение сети NGN без изменения существующей структуры ТФОП	49
3.1.2. Построение сети NGN с поглощением	51
3.1.3. Комбинированный вариант	52
3.2. Варианты построения сети NGN с различной структурой ГТС	53
3.2.1. Модернизация ГТС без узлов	53
3.2.2. Модернизация ГТС с узлами входящего сообщения УВС	56
3.2.3. Модернизация ГТС с узлами входящих и исходящих сообщений	59
4. РАСЧЕТ ЧИСЛА ПЕРВИЧНЫХ ПОТОКОВ E1 МЕЖСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ	61
4.1. Расчет возникающей местной нагрузки	61
4.2. Расчет нагрузки к узлу спецслужб УСС	64
4.3. Расчет нагрузки на ГТС от абонентов сотовой подвижной связи (СПС)	65
4.4. Расчет внутростанционной и межстанционных нагрузок	65
4.5. Расчет междугородной нагрузки	68
4.6. Расчет числа соединительных линий межстанционной связи	68

5. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ NGN	69
5.1. Расчет транспортного ресурса пакетной сети для абонентов ШПД ..	70
5.1.1. Расчет Интернет-трафика	70
5.1.2. Расчет трафика по предоставлению услуг IPTV	71
5.1.3. Расчет трафика услуг IP-телефонии.....	71
5.1.4. Расчет сигнального трафика услуг ШПД	72
5.1.5. Расчет суммарного трафика услуг ШПД.....	75
5.2. Проектирование мультисервисного абонентского концентратора (МАК)	75
5.2.1. Расчет оборудования шлюзов	77
5.2.2. Расчет параметров ядра NGN.....	81
5.3. Проектирование распределенного транзитного коммутатора сети....	82
5.3.1. Расчет параметров медиа-шлюза MGW	83
5.3.2. Расчет параметров ядра NGN.....	86
5.3.3. Расчет оборудования транспортной пакетной сети	87
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	89
ЛИТЕРАТУРА.....	94

1. АРХИТЕКТУРА СЕТЕЙ NGN

1.1. Условия перехода к сетям NGN

В настоящее время развиваются и широко распространяются новые услуги связи, сеть Интернет, мобильная связь, растет потребность пользователей в разнообразных коммуникационных услугах. Растет количество пользователей широкополосного Интернета, сотовой подвижной связи, цифрового интерактивного телевидения. Наблюдается значительный прирост абонентской базы у операторов и расширение спектра оказываемых услуг. Тенденции мирового рынка телекоммуникаций свидетельствуют о необходимости принятия решения о пути дальнейшего развития интернет-операторов. Предоставление только пропускной способности, снижение доходности от оказания традиционных услуг и конкуренция операторов исключительно по тарифам ведет к дифференциации от конкурентов за счет предоставления новых услуг. С внедрением новых предложений появляется целый ряд дополнительных требований к пропускной способности, масштабируемости и надежности сетей передачи данных. Необходимо решение, не только позволяющее повысить качество существующих услуг, но и составляющее долгосрочную основу для услуг будущего.

Существующие сети связи уже не в состоянии удовлетворять современным требованиям операторов и пользователей услуг электросвязи. Необходимо модернизировать существующие или строить новые мультисервисные сети, устанавливать оборудование нового поколения, поддерживающее пакетную коммутацию. Это долговременный переход от сети с коммутацией каналов к сети с коммутацией пакетов, от централизованной коммутации – к распределенной, от узкого спектра базовых услуг – к услугам будущего.

Концепция сети следующего поколения Next Generation Network (NGN), основой которой является использование современных пакетных технологий для передачи различных видов информации по единой сетевой инфраструктуре, отвечает современным требованиям и тенденциям мирового телекоммуникационного сообщества.

1.2. Архитектура сети NGN на базе гибкого коммутатора

Сеть следующего поколения – это сеть с пакетной коммутацией, предоставляющая услуги электросвязи с использованием нескольких широкополосных технологий транспортировки с включенной функцией качества обслуживания Quality of Service (QoS), в которой связанные с обслуживанием функции не зависят от технологий транспортировки.

В концепции NGN реализован переход к принципиально новой функциональной модели. В классической телефонной сети общего пользования (ТФОП) основными функциональными элементами являлись узлы доступа и узлы коммутации различного уровня. Оборудование узла коммутации решало одновре-

менно задачи коммутации потоков пользовательской информации, обработки вызова и предоставления услуг.

Концепция NGN характеризуется четким разделением трех функциональных уровней. Для коммутации и передачи речевой информации используется транспортный функциональный уровень, для передачи информации сигнализации – уровень сигнализации, для передачи услуг, отличных от базовых, используется уровень услуг.

Важной особенностью инфраструктуры NGN является использование универсальных технологий транспортной сети, базирующихся на технологиях пакетной коммутации. В классических сетях предоставление услуг ТФОП базировалось на технологии коммутации каналов, а предоставление услуг доступа к сетям передачи данных предполагало либо формирование новой транспортной структуры, либо неэффективное использование существующей транспортной сети с коммутацией каналов. В сетях NGN пакетные технологии, используемые для передачи данных, предназначены и для предоставления всех видов услуг.

Общая схема построения сети NGN представлена на рис. 1.1.

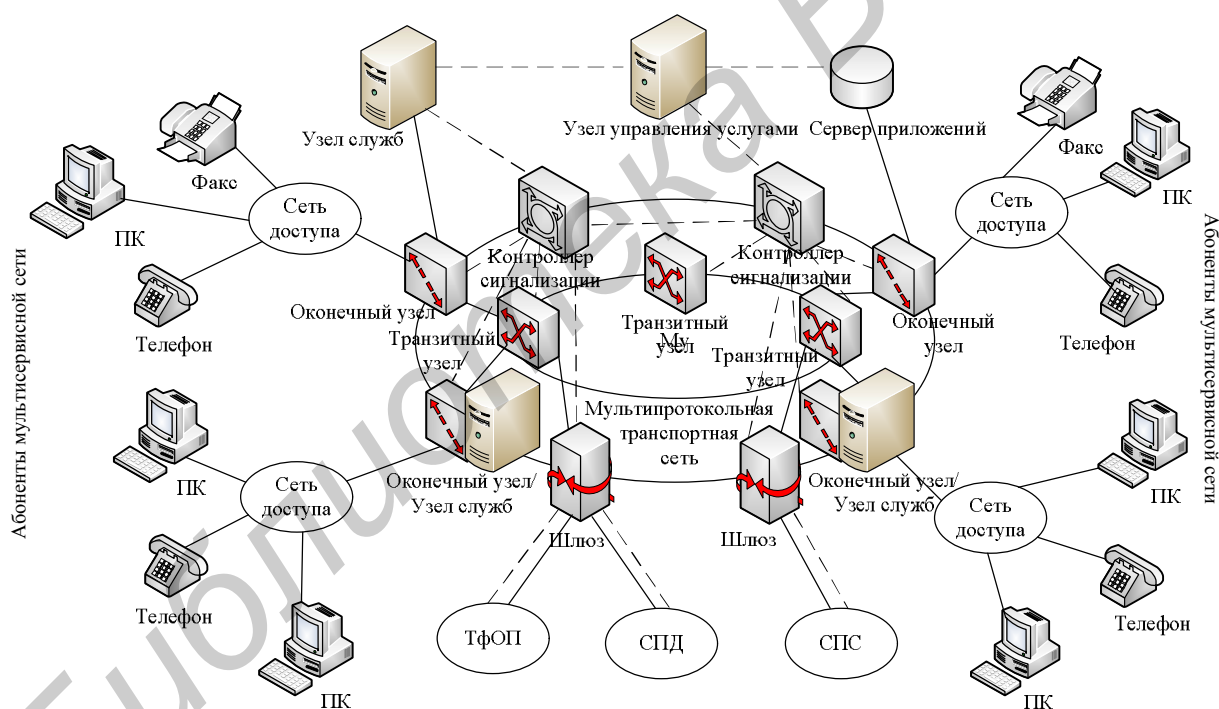


Рис. 1.1. Общая схема построения сети NGN

Основными элементами сети следующего поколения являются:

- гибкие коммутаторы (Softswitch);
- АТС с функциями контроллера шлюзов сигнализации (Media Gateway Controller, MGC);
- шлюзы (Gateways);
- транспортная пакетная сеть;

- серверы приложений;
- терминальное оборудование.

Функциональная модель сети NGN может быть представлена тремя уровнями: транспортным уровнем, уровнем управления коммутацией и передачей информации и уровнем услуг и управления услугами. Трехуровневая модель сети NGN представлена на рис. 1.2.

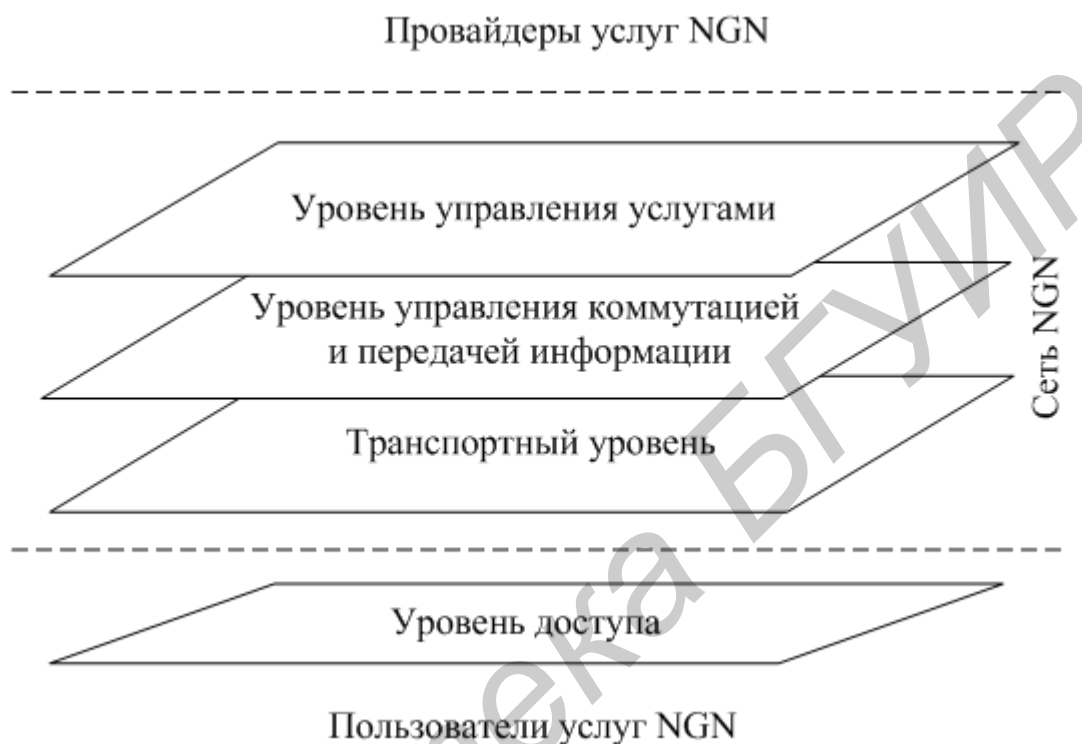


Рис. 1.2. Трехуровневая модель NGN

Уровень управления услугами содержит функции управления логикой услуг и приложений и представляет собой распределенную вычислительную среду, обеспечивающую предоставление набора услуг, управление услугами, создание и внедрение новых услуг, их взаимодействие.

Уровень управления коммутацией и передачей информации отвечает за маршрутизацию вызовов, обработку сигнализации, непосредственное управление потоками информации. На этом уровне расположен контроллер сигнализации и управления медиа-шлюзами (Softswitch).

Транспортный уровень отвечает за передачу информации конечному пользователю и состоит из высокоскоростного ядра пакетной сети и уровня доступа, который обеспечивает непосредственное подключение конечных пользователей к сети.

Транспортный уровень сети NGN рассматривается как уровень, составными частями которого являются сеть доступа и базовая сеть.

Под сетью доступа понимается системно-сетевая инфраструктура, которая состоит из абонентских линий, узлов доступа и систем передачи, обеспечи-

вающих подключение пользователей к точке агрегации трафика (к сети NGN или к традиционным сетям электросвязи).

Для организации уровня доступа используются различные среды передачи: медная пара, коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель, радиоканал, спутниковые каналы.

К уровню доступа относятся шлюзы, сеть доступа (сеть электросвязи, обеспечивающая подключение пользователя к оконечному узлу транспортной сети), оконечное абонентское оборудование.

Основная услуга сети доступа – обеспечение подключения следующих типов абонентов:

- абоненты аналогового и цифрового доступа ТФОП;
- абоненты, использующие доступ по цифровой абонентской линии (Digital subscriber Line, xDSL);
- абоненты выделенных каналов связи Nx64 кбит/с и 2 Мбит/с;
- абоненты, использующие для доступа пассивные оптические кабельные технологии (Passive Optical Network, PON);
- абоненты, использующие для доступа структурированные кабельные системы, такие как комбинированные оптико-коаксиальные сети (Hybrid Fiber Coax, HFC);
- абоненты, использующие системы беспроводного доступа и радиодоступа, например Wi-Fi, WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access).

Для обеспечения абонентов высококачественными мультимедийными услугами сети доступа должны быть высокоскоростными, мультисервисными, интеллектуальными, иметь высокую надежность и доступность.

Особенностью инфраструктуры NGN является использование универсальной базовой сети, основанной на технологии пакетной коммутации.

Базовая сеть – это универсальная сеть, реализующая функции транспортировки и коммутации. Представляется в виде трех уровней:

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

Транспортный уровень сети NGN обеспечивает создание полносвязной инфраструктуры для пакетной передачи данных разного типа, реализующей поддержку заданного качества обслуживания (QoS). В NGN реализуется переход к технологии виртуальных сетей, организующих доставку сервисов конечному пользователю поверх протоколов IP.

Транспортный уровень отвечает за передачу информации пользователя различного вида (голос, видео, данные). Обмен информацией между источником и пунктом назначения осуществляется по одному и тому же принципу независимо от вида соединения (телефонный вызов, сеанс работы в сети Интернет, передача видео, сетевая игра). В качестве транспортной технологии передачи может использоваться мультиплексирование с разделением по времени (TDM), асинхронный режим передачи (ATM), интернет-протокол (IP). Эффек-

тивность использования полосы пропускания, характерная для сетей с коммутацией пакетов, предполагает, что в сетях нового поколения будут использоваться в основном пакетные технологии ATM и IP/MPLS.

Транспортная сеть NGN может быть представлена совокупностью звеньев (двухсторонних трактов обмена информацией), которые соединяют между собой некоторые сетевые узлы (СУ). Топология транспортных сетей NGN различается в зависимости от уровня иерархии. Могут использоваться кольцевая, полносвязная, древовидная, звездообразная структуры и их комбинации. Кольцевая топология – основная структура существующих транспортных сетей при использовании оборудования синхронной цифровой иерархии (SDH). Основные принципы SDH были разработаны для повышения эффективности пропускания трафика речи. При этом не учитывалось изменение характера трафика в сети NGN, связанное с необходимостью передачи трех видов трафика – речь, данные и видео. Для общей транспортной сети NGN, ориентированной на поддержку всех видов обслуживания, технология SDH не является оптимальной.

На рис. 1.3 показана упрощенная модель базовой сети, базирующаяся на использовании IP-технологии в качестве основной для реализации любых сетевых услуг.

Технология коммутации пакетов (IP, ATM)
Технология формирования тракта (SDH, Ethernet)
Среда передачи сигналов (оптическое волокно, радиорелейная линия)

Рис. 1.3. Модель базовой сети

Нижний уровень модели – среда передачи сигналов. Для всех видов услуг этот уровень должен быть реализован в основном на волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС) или на цифровых радиорелейных линиях (РРЛ). В некоторых случаях в качестве среды передачи может использоваться двухсторонний канал спутниковой связи.

При выборе технологической основы перспективной считается IP по следующим причинам:

– использование технологии IP/MPLS в среде Ethernet позволяет повысить масштабируемость и качество обслуживания до уровня, необходимого для транспортных сетей, а спецификация быстрой перемаршрутизации MPLS Fast ReRoute (FRR) обеспечивает восстанавливаемость трактов в пределах 50 мс. Сети Ethernet приобретают характеристики и надежность SDH или ATM;

– количество приложений, использующих протокол IP, будет возрастать, доля трафика IP будет увеличиваться, что приведет к проблемам технологии

АТМ, связанным с дополнительными расходами полосы пропускания при передаче IP-трафика.

В состав базовой сети NGN могут входить:

- транзитные узлы, выполняющие функции переноса и коммутации;
- конечные 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 (ТФОП, сети передачи данных, сети подвижной связи).

Контроллеры сигнализации могут быть вынесены в отдельные устройства, предназначенные для обслуживания нескольких узлов коммутации. Использование общих контроллеров позволяет рассматривать их как единую систему коммутации, распределенную по сети. Такое решение упрощает алгоритм установления соединений, является более экономичным.

Доступ к ресурсам базовой сети осуществляется через граничные узлы, к которым подключается оборудование сети доступа или реализуется связь с существующими сетями, тогда граничный узел выполняет функции межсетевого шлюза.

Задача уровня управления коммутацией – обработка информации сигнализации, маршрутизация вызовов и управление потоками. Данный уровень поддерживает логику управления, необходимую для обработки и маршрутизации трафика.

Функция установления соединения реализуется на уровне элементов базовой сети под внешним управлением оборудования программного коммутатора Softswitch. Исключение – АТС с функциями контроллера шлюзов, которые сами выполняют коммутацию на уровне элемента транспортной сети.

В случае использования на сети нескольких Softswitch они взаимодействуют посредством соответствующих протоколов и обеспечивают совместное управление установлением соединения.

Softswitch должен осуществлять:

- обработку всех видов сигнализации, используемых в его домене;
- хранение и управление абонентскими данными, подключаемых к его домену непосредственно или через оборудование шлюзов доступа;
- взаимодействие с серверами приложений для оказания расширенного списка услуг пользователям сети.

При установлении соединения оборудование гибкого коммутатора осуществляет сигнальный обмен с функциональными элементами уровня управления коммутацией. К ним относятся шлюзы, терминальное оборудование мультисервисной сети, оборудование других гибких коммутаторов.

Для передачи информации сигнализации сети ТФОП через пакетную сеть используются специальные протоколы. Для передачи информации ОКС №7, поступающей через сигнальные шлюзы от ТФОП к оборудованию гибкого коммутатора, используется протокол уровня адаптации пользователя уровня х

подсистемы передачи сообщений (Message transfer part level x User Adaptation layer, MxUA), технологии протокола транспортировки сигнализации (SIGnaling TRANsport, SIGTRAN).

На основании анализа принятой информации и решения о последующей маршрутизации вызова оборудование гибкого коммутатора осуществляет сигнальный обмен по установлению соединения с сетевым элементом назначения и управляет установлением соединения для передачи пользовательской информации, используя протокол H.248 для IP-коммутации или протокол управления вызовами, не зависящий от способа переноса информации (Bearer Independent Call Control protocol, BICC), для АТМ-коммутации. При этом потоки пользовательской информации не проходят через гибкий коммутатор, а замыкаются на уровне транспортной сети.

Терминальное оборудование пакетной сети взаимодействует с оборудованием гибкого коммутатора с использованием протоколов SIP и H.323. Пользовательская информация от терминального оборудования поступает на уровень узлов доступа пакетной сети и далее маршрутизируется под управлением гибкого коммутатора.

Вся информация, связанная со статистикой работы мультисервисной сети, учетом стоимости по направлениям и учетом стоимости для пользователей, накапливается и обрабатывается на уровне гибкого коммутатора для передачи в направлении соответствующих систем.

Уровень управления услугами содержит функции управления логикой услуг и приложений и представляет собой распределенную вычислительную среду, которая обеспечивает:

- 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 может включать множество независимых подсистем («сетей услуг»), базирующихся на различных технологиях, имеющих своих абонентов и использующих свои, внутренние системы адресации.

1.3. Сеть NGN на базе концепции IMS

Концепция IP Multimedia Subsystem (IMS) описывает новую сетевую архитектуру, основным элементом которой является пакетная транспортная сеть, поддерживающая все технологии доступа и обеспечивающая реализацию большого числа информационных коммуникационных услуг. Концепция разработана международным партнерством Third Generation Partnership Project

(3GPP), объединившем Европейский институт по стандартизации телекоммуникаций (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) и несколько национальных организаций стандартизации.

Мультимедийная IP-подсистема – это комплекс функциональных элементов базовой сети, предназначенный для предоставления услуг на базе протокола SIP.

Изначально IMS разрабатывалась применительно к построению мобильных сетей 3-го поколения на базе протокола IP. В настоящее время архитектура IMS рассматривается многими операторами и сервис-провайдерами, а также поставщиками оборудования как возможное решение для построения сетей следующего поколения и как основа конвергенции мобильных и стационарных сетей на платформе IP.

Концепция IMS возникла в результате эволюции сетей UMTS, когда область управления мультимедийными вызовами и сеансами на базе протокола SIP добавили к архитектуре сетей 3G.

Основные свойства архитектуры IMS:

- многоуровневость – разделяет уровни транспорта, управления и приложений;
- независимость от среды доступа – позволяет операторам и сервис-провайдерам конвергировать фиксированные и мобильные сети;
- поддержка мультимедийного персонального обмена информацией в реальном времени (например голос, видеотелефония) и аналогичного обмена информацией между людьми и компьютерами (например игры);
- полная интеграция мультимедийных приложений реального и нереального времени (например потоковые приложения и чаты);
- возможность взаимодействия различных видов услуг;
- возможность поддержки нескольких служб в одном сеансе или организации нескольких одновременных синхронизированных сеансов.

Архитектура сетей 3G в соответствии с концепцией IMS имеет несколько уровней (плоскостей) с разделением по уровням транспорта, управления вызовами и приложений. Подсистема IMS должна быть полностью независима от технологий доступа и должна обеспечивать взаимодействие со всеми существующими сетями – мобильными и стационарными, телефонными, компьютерными и т. д.

Принцип, на котором строится концепция IMS, состоит в том, что доставка любой услуги не соотносится с коммуникационной инфраструктурой (за исключением ограничений по пропускной способности). Воплощением этого принципа является многоуровневый подход, используемый при построении IMS. Он позволяет реализовать независимый от технологии доступа открытый механизм доставки услуг, который дает возможность задействовать в сети приложения сторонних поставщиков услуг.

В составе IMS выделяются три уровня: транспортный уровень, уровень управления и уровень услуг. Архитектура IMS приведена на рис. 1.4.

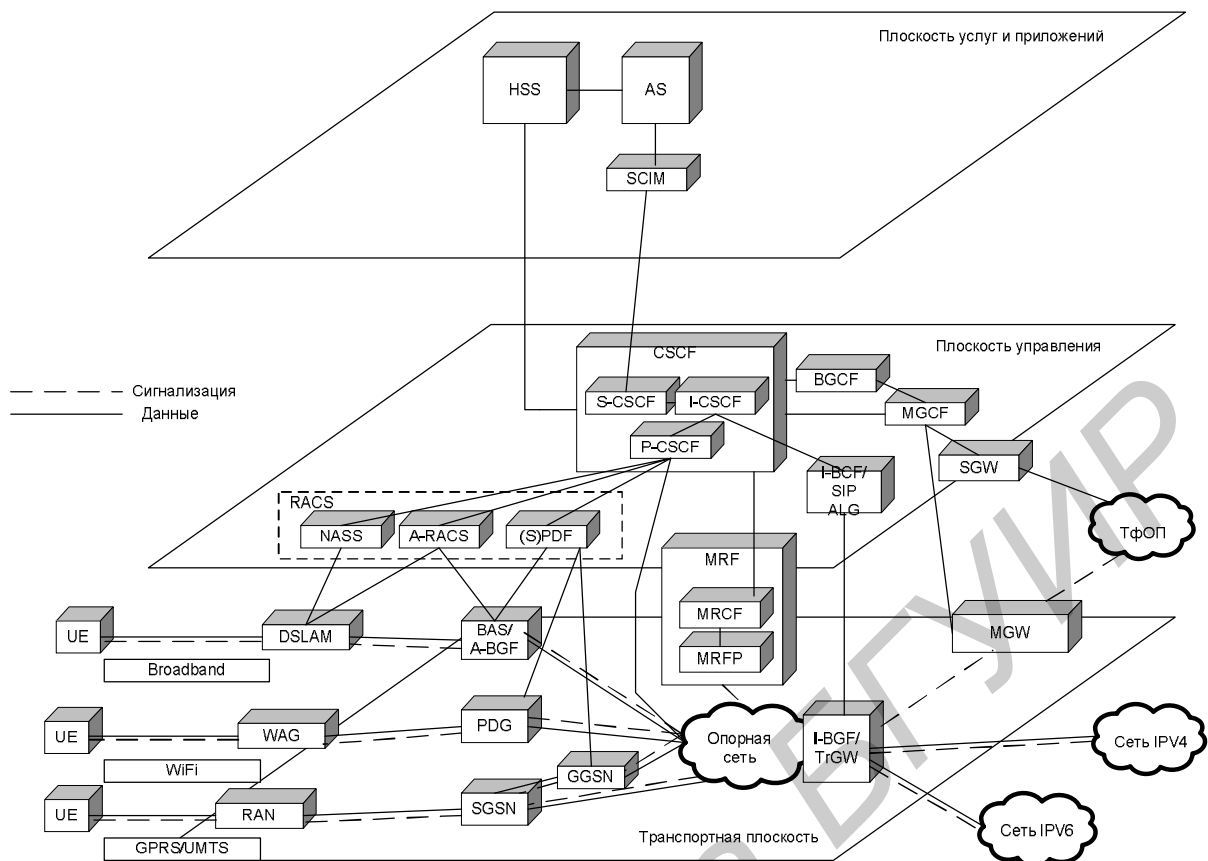


Рис. 1.4. Архитектура IMS

Транспортный уровень отвечает за подключение абонентов к инфраструктуре IMS посредством пользовательского оборудования (User Equipment, UE). Этим оборудованием может быть любой терминал IMS (например, телефон или смартфон 3G, ПК с поддержкой Wi-Fi). Возможно подключение через шлюзы не IMS терминалов (например терминалы ТФОП).

Основное оборудование транспортной плоскости:

- MRF (Media Resource Function) – медиасервер. Состоит из контроллера MRFC (Media Resource Function Controller) и процессора мультимедийных ресурсов MRFP (Media Resource Function Processor).

MRFC обеспечивает реализацию услуг конференцсвязи, оповещения или перекодирование передаваемого сигнала. Предполагалось, что MRFC должен обрабатывать SIP-сообщения, получаемые через узел S-CSCF (Serving Call Session Control Function), и использовать команды протокола управления медиа-шлюзом (Media Gateway Control Protocol, MGCP; Media Gateway Control, H.248/MEGACO) для управления процессором MRFP. Однако сейчас предпринимаются усилия по продвижению протокола на основе SIP/XML для взаимодействия между MRFC и MRFP. MRFC обеспечивает предоставление необходимой информации системам тарификации и биллинга.

MRFP – процессор MRFP распределяет медиаресурсы сети согласно командам от MRFC. Его основными функциями являются: обслуживание потоков

мультимедийных данных для служб оповещения; объединение входящих мультимедиапоток; обработка потоков мультимедийных данных;

- MGW (Media Gate Way) – транспортный шлюз. Обеспечивает прямое и обратное преобразование потоков RTP в потоки сетей с коммутацией каналов (ТФОП);

- I-BGF (Interconnect Border Gateway Function) – межсетевой пограничный шлюз. Обеспечивает взаимодействие между сетями IPv4 и IPv6. Отвечает за обеспечение функций безопасности (трансляцию адресов и портов, функции firewall, инструменты QoS);

- GGSN (Gateway GPRS Support Node) – шлюзовой узел GPRS, или узел маршрутизации, представляет собой шлюз между сотовой сетью и IMS. GGSN содержит всю необходимую информацию о сетях, куда абоненты GPRS могут получать доступ, а также параметры соединения. Основной функцией GGSN является маршрутизация данных, идущих к абоненту и от него через SGSN;

- SGSN (Serving GPRS Support Node) – узел обслуживания абонентов GPRS. Основной компонент GPRS-системы по реализации всех функций обработки пакетной информации;

- RAN (Radio Access Network) – оборудование радиодоступа. Обеспечивает взаимодействие IMS и сотовых систем электросвязи;

- PDG (Packet Data Gateway) – пакетный шлюз. Данный сетевой элемент обеспечивает доступ пользовательского оборудования беспроводных локальных вычислительных сетей (Wireless Local Area Network, WLAN) к IMS. Отвечает за трансляцию удаленного IP-адреса, регистрацию пользовательского оборудования в IMS, обеспечивает выполнение функций безопасности;

- WAG (Wireless Access Gateway) – шлюз беспроводного доступа, обеспечивает соединение сетей WLAN и IMS;

- A-BGF/BAS (Access Border Gateway Function/Broadband Access Switch) обеспечивает доступ широкополосного пользовательского оборудования к IMS. Выполняет функции, аналогичные I-BGF;

- DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) – цифровой абонентский шлюз доступа. Обеспечивает соединение абонентов, использующих широкополосный доступ (стационарный, например, xDSL, сети кабельного телевидения) к IMS.

Уровень управления – это совокупность функций IMS, которые осуществляют все действия по управлению сеансами связи.

Основные элементы:

- CSCF (Call Session Control Function) – элемент с функциями управления вызовами и сеансами. Функция CSCF является основной на плоскости управления IMS-платформы. Модуль CSCF, используя протокол SIP, выполняет функции, обеспечивающие доставку множества услуг реального времени посредством транспорта IP. Функция CSCF использует динамическую информацию для эффективного управления сетевыми ресурсами (граничные устройства,

шлюзы и серверы приложений) в зависимости от профиля пользователей и приложений.

Модуль CSCF включает три основные функции:

– Serving CSCF (S-CSCF) – обслуживающая CSCF. Обработывает все SIP-сообщения, которыми обмениваются оконечные устройства. S-CSCF обеспечивает управление сеансами доставки мультимедийных сообщений транспорта IP, включая регистрацию терминалов, двустороннее взаимодействие с сервером домашних абонентов HSS (получение от него пользовательских данных), анализ сообщения, маршрутизацию, управление сетевыми ресурсами (шлюзами, серверами, пограничными устройствами) в зависимости от приложений и профиля пользователя;

– Proxy CSCF (P-CSCF) – через нее в систему IMS поступает весь пользовательский трафик. P-CSCF создает первую контактную точку на сигнальном уровне внутри ядра IMS для терминалов IMS данной сети. Функция P-CSCF принимает запрос от терминала или к нему и маршрутизирует его к элементам ядра IMS. Обслуживаемый терминал пользователя закрепляется за функцией P-CSCF при регистрации в сети на все время регистрации. Модуль P-CSCF реализует функции, связанные с аутентификацией пользователя, формирует учетные записи и передает их в сервер начисления платы. Одним из элементов модуля P-CSCF является Policy Decision Function (PDF) – функция выбора политики, оперирующая с характеристиками информационного трафика (например требуемая пропускная способность) и определяющая возможность организации сеанса или его запрета, необходимость изменения параметров сеанса и т. д.;

– Interrogating CSCF (I-CSCF) – запрашивающая CSCF. Представляет собой точку соединения с домашней сетью. I-CSCF обращается к HSS, чтобы найти S-CSCF для конкретного абонента. I-CSCF создает первую контактную точку на сигнальном уровне внутри ядра IMS для всех внешних соединений с абонентами данной сети или визитными абонентами, временно находящимися в сети. Основная задача модуля I-CSCF – идентификация привилегий внешнего абонента по доступу к услугам, выбор соответствующего сервера приложений и обеспечение доступа к нему;

– BGCF (Breakout Gateway Control Function) – функция управления шлюзами, управляет пересылкой вызовов между доменом коммутации каналов (ТФОП или GSM) и сетью IMS. Данный модуль осуществляет маршрутизацию на основе телефонных номеров и выбирает шлюз в домене коммутации каналов (КК), через который сеть IMS (где расположен сервер BGCF) будет взаимодействовать с ТФОП или GSM. Здесь также производится генерация соответствующих учетных записей для начисления платы абонентам сетей КК;

– MGCF (Media Gateways Control Function) – функция управления шлюзами (Media Gateways) – управляет соединениями в транспортных шлюзах IMS, используя протокол H.248/MEGACO;

– SGW (Signaling Gateway) – сигнальный шлюз. Обеспечивает преобразование сигнализации ТФОП в вид, понятный MGCF, связан с ядром IMS через интерфейсы группы протоколов SIGTRAN;

– RACS (the Resource and Access Control) – подсистема управления ресурсами и доступом. Обеспечивает функции управления доступом (на основании имеющихся в распоряжении ресурсов, местной политики и авторизации на основании профилей пользователей) и входа в сеть с помощью управления шлюзом (gate control), включая управление преобразованием сетевых адресов и портов, и присвоение приоритета.

В состав RACS входят:

– PDF (Policy Decision Function) – функция выбора политики. Оперировать с характеристиками информационного трафика (например, требуемой пропускной способностью) и определяет возможность организации сеанса или его запрета, необходимость изменения параметров сеанса и т. д.;

– NASS (Network Attachment Subsystem) – подсистема подключения сети. В ее основные задачи входит динамическое назначение IP-адресов, аутентификация на уровне IP, авторизация доступа к сети, управление местонахождением на уровне IP.

Верхний уровень эталонной архитектуры IMS содержит набор серверов приложений, не являющихся элементами IMS. Эти элементы верхней плоскости включают в свой состав как мультимедийные IP-приложения, базирующиеся на протоколе SIP, так и приложения, реализуемые в мобильных сетях на базе виртуальной домашней среды.

Архитектура приложений IMS достаточно сложна и обладает высокой гибкостью при создании новых и интеграции с традиционными приложениями. Например, среда пересылки сообщений может интегрировать традиционные свойства телефонного вызова, такие как обратный вызов и ожидание вызова, с вызовом Интернет. Чтобы сделать это, архитектура IMS позволяет запустить множество услуг и управлять транзакциями между ними.

Основные элементы уровня услуг и приложений:

– SCIM (Service Capability Interaction Manager) – обеспечивает управление взаимодействием плоскости приложений и ядра IMS;

– SIP AS (SIP Application Server) – сервер приложений, служащий для выполнения услуг, базирующихся на протоколе SIP. Ожидается, что все новые услуги в IMS будут находиться именно в сервере SIP AS;

– OSA-SCS (Open Service Access – Service Capability Server) – сервер возможных услуг, который обеспечивает интерфейс к услугам, базирующимся на открытом доступе к услугам. Целью является обеспечение услугам возможности доступа к сетевым функциям посредством стандартного программного интерфейса приложений;

– IM-SSF (IP Multimedia – Service Switching Function) – сервер коммутации услуги, служит для соединения подсистемы IMS с услугами в системе приспособленных к пользователю приложений для улучшения логики мобильной сети. Речь идет об услугах, разработанных для глобальной системы мобильной

связи GSM, а с помощью функции IM-SSF (функция коммутации услуг) использование данных услуг возможно и в IMS;

– TAS (Telephony Application Server) – сервер телефонных приложений. Принимает и обрабатывает сообщения протокола SIP, а также определяет, каким образом должен быть инициирован исходящий вызов. Сервисная логика TAS обеспечивает базовые сервисы обработки вызовов, включая анализ цифр, маршрутизацию, установление, ожидание и перенаправление вызовов, конференцсвязь и т. д. TAS также обеспечивает сервисную логику для обращения к медиасерверам при необходимости воспроизведения оповещений и сигналов прохождения вызова. Если вызов инициирован или терминирован в ТФОП, сервер TAS отвечает за сигнализацию SIP к функции MGCF для выдачи команды медиа-шлюзам на преобразование битов речевого потока технологии мультиплексирования с разделением по времени (Time Division Multiplexing, TDM) от ТФОП в поток IP-протокола передачи данных в реальном времени (Real-time Transport Protocol, RTP) и направление его на IP-адрес соответствующего IP-телефона. В одном сообщении IMS могут содержаться данные о нескольких TAS, предоставляющих определенные услуги различным типам абонентских устройств. Например, один сервер TAS оказывает услуги IP Centrex (частные планы нумерации, общие справочники, автоматическое распределение вызовов и т. д.), другой сервер поддерживает учрежденческие автоматические телефонные станции (УАТС) и предоставляет услуги VPN. Взаимодействие нескольких серверов приложений осуществляется посредством сигнализации SIP-I для завершения вызовов между абонентскими устройствами различных классов;

– HSS (Home Subscriber Server) – сервер домашних абонентов. Аналогичен элементу сетей GSM – регистру положения домашних абонентов (Home Location Register, HLR). Является базой пользовательских данных. Сервер HSS обеспечивает открытый доступ в режиме чтения/записи к индивидуальным данным пользователя, связанным с услугами. Доступ осуществляется из различных точек окончания: телефон, приложения Web и службы коротких сообщений (Short Message Service, SMS), телевизионные приставки. В HSS реализуется также функция SLF (Subscription Locator Function), которая определяет положение базы данных, содержащей данные конкретного абонента, в ответ на запрос от модуля I-CSCF или от сервера приложений.

В состав сервера HSS входят модули HLR и AuC (Authentication Center) для работы с сетями 2G.

В среде IMS сервер HSS действует как открытая база данных о каждом пользователе и об услугах, задействованных абонентом: на какие услуги подписан пользователь, активированы ли эти услуги, какие параметры управления были установлены пользователем.

1.4. Сравнение концепций систем NGN

В настоящее время быстрыми темпами развиваются и получают широкое распространение новые услуги связи, улучшается качество традиционных ус-

луг, внедряются современные системы и средства электросвязи, изменяется сетевая архитектура.

Современные сети оказывают конечному пользователю большое количество услуг, поддерживают различные протоколы.

В современных сетях происходит отказ от жестко установленных путей прохождения трафика. Приоритетность при передаче трафика или маршрутизация определяется требованиями абонента и экономическими аспектами деятельности оператора электросвязи.

Современные сети электросвязи имеют функционально разделенные уровни транспортной коммутируемой сети и формирования услуг.

Современная модель оказания услуг электросвязи включает две составляющие:

– инфраструктурная, т. е. создание, эксплуатация сетей электросвязи, а также оптовая реализация ресурсов и услуг сети другим операторам (провайдерам);

– сервисная, т. е. разработка пакетов услуг, например Triple Play, и обеспечение ими конечных пользователей.

Эти тенденции необходимо учитывать при принятии решений по построению сети NGN. Переход к новой функциональной и физической архитектуре сетей следующего поколения требует решения ряда задач, относящихся к архитектуре NGN, взаимодействия мультисервисных сетей с традиционными сетями электросвязи, используемых транспортных технологий.

При переходе к сетям следующего поколения должны сохраниться возможности существующих сетей электросвязи и возникнуть предпосылки для возникновения новых возможностей. Переход к NGN должен обеспечить интеграцию услуг, предоставляемых существующими сетями, и содействовать введению новых услуг.

Переход к сетям является эволюционным процессом. Поэтапный переход должен включать:

- разделение функций передачи, контроля, управления и услуг;
- сокращение стоимости инфраструктуры сети и ее обслуживания;
- максимально возможное использование существующих ресурсов;
- достижение приемлемого уровня QoS, как предусмотрено в существующей сети;
- оптимальное использование новых технологий;
- создание новых приложений.

При переходе к сетям NGN возможны два решения: на базе Softswitch и на базе концепции IMS.

Обе архитектуры имеют уровневое деление, практически одинаковые списки функций, разделение функций управления вызовом и коммутации. Все услуги в них предоставляются на базе IP-сети. В архитектурном смысле концепции практически идентичны. Различия концепций заключаются в содержании функций. В архитектуре Softswitch функции имеют довольно условное деление и описание, в документах IMS дается жесткое описание функций и про-

цедур их взаимодействия, а также определены и стандартизированы интерфейсы между функциями системы.

Различаются основные концепции систем.

Softswitch – это в первую очередь оборудование конвергентных сетей. Функция управления шлюзами (и соответственно протоколы MGCP/MEGACO) является в нем доминирующей. IMS проектировалась в рамках сети 3G, полностью базирующейся на IP. Основным ее протоколом является SIP, позволяющий устанавливать одноранговые сессии между абонентами и использовать IMS лишь как систему, предоставляющую сервисные функции по безопасности, авторизации, доступу к услугам и т. д. Функция управления шлюзами и сам медиа-шлюз здесь лишь средство для связи абонентов 3G с абонентами фиксированных сетей (ТФОП).

К особенностям IMS относится ориентированность на протокол IPv6. Сети UMTS поддерживают и IPv4 и IPv6, IMS – как правило, только IPv6. Поэтому на входе в IMS-сеть необходимо наличие шлюзов, преобразующих формат заголовков и адресную информацию. Эта проблема присуща не только IMS, но и всем сетям IPv6.

Протокол SIP, разработанный и специфицированный комитетом IETF, был частично доработан и изменен для использования в IMS. Может возникнуть ситуация, когда при получении запросов SIP или отправке их во внешние сети подфункция S-CSCF может обнаружить отсутствие поддержки соответствующих расширений протокола SIP или отказать в установлении соединения, а также обработать его некорректно.

В мире существует множество сетей, построенных на базе Softswitch, накоплен обширный опытный материал по внедрению Softswitch-архитектур.

Существует большое количество поддерживаемых технологий, дающих возможность оператору подобрать оборудование, наиболее отвечающее его требованиям и позволяющее оптимальным образом взаимодействовать с уже имеющимися сетевыми ресурсами. Softswitch-решения относительно легко масштабировать, начиная с простейшей архитектуры, обслуживающей корпоративный сектор, и заканчивая крупномасштабными проектами межрегионального оператора. На начальном этапе оператор может минимизировать первоначальные вложения в сеть NGN. Использование новых сетевых ресурсов и получение прибыли возможно сразу после установки. Преимущество построения сети на базе решения Softswitch заключается в «гибкости», адаптации к запросам оператора.

Многообразие оборудования, представленного в данном сегменте рынка, порождает проблему его совместимости и, следовательно, проблему взаимодействия операторов друг с другом.

Некоторые производители оборудования предоставляют фирменные системы управления сетью, которые не всегда корректно и полноценно работают с оборудованием сторонних поставщиков при его интеграции в сеть оператора, поскольку имеются отличия не только в реализации, но и в функциональности многих систем.

В IMS частично сглаживаются проблемы совместимости оборудования, поскольку взаимодействие функциональных модулей регулируется стандартами. Новый подход к предоставлению услуг оказался чрезвычайно удачным и обеспечил роуминг услуг, что должно принести дополнительную прибыль оператору. Использование в проводных сетях NGN и мобильных сетях 3G единой образной системы IMS позволяет видеть в перспективе возможность конвергенции фиксированных и мобильных сетей – идеи, набирающей популярность по всему миру.

Преимуществом подхода IMS является продуманная архитектура, в отличие от ориентированного на устройство управления решение, каким представляется подход на базе гибкого коммутатора.

Архитектурное подобие позволяет строить и те и другие сети, используя общее оборудование, отличаться будет лишь программное обеспечение (ПО) этого оборудования либо только некоторые элементы систем.

Сегодня в Беларуси эксплуатируется фрагмент мультисервисной сети, построенной в Витебске с использованием технологии NGN и гибкого коммутатора (Softswitch), составившего альтернативу системам управления традиционных АТС как по цене и функциональным возможностям, так и по масштабируемости, качеству обслуживания, габаритам, энергопотреблению и стоимости технической эксплуатации. Реализация фрагмента сети NGN показала преимущество систем, построенных на принципах разделения сигнального и разговорного трафика.

Наиболее перспективным направлением для Беларуси является внедрение платформы IMS. Внедрение решения IMS на сети оператора «Белтелеком» проводит компания Huawei. В конце 2010 г. установлено и введено в опытно-промышленную эксплуатацию оборудование централизованной IMS-платформы в Минске.

До конца 2011 г. планируется завершение установки и ввод в эксплуатацию транспортных шлюзов в областных центрах республики. В последующем работы будут проводиться в районных центрах. В дальнейшем предполагается расширить платформу, чтобы увеличить комплекс оказываемых услуг и нарастить абонентскую базу.

1.5. Услуги сетей NGN

Международной организацией TeleManagement Forum (TMF), являющейся основной в области формализации процессов предоставления услуг связи, определен подход к классификации услуг, в рамках которого различают два понятия – product и service. Под услугой понимается продукт, предоставляемый оператором связи клиенту, а под сервисом сети – совокупность возможностей, позволяющих технически реализовать услуги связи.

Развитие современного рынка услуг характеризуется сокращением числа абонентов ТФОП, которые переходят к операторам мобильной связи и поставщикам услуг IP-телефонии; уменьшением дохода от предоставления услуг фикс-

сированной телефонной связи; увеличением конкуренции между операторами путем внедрения новых услуг.

Традиционными услугами, предоставляемыми сетью NGN, являются передача традиционного трафика телефонии, передача трафика данных Интернет, передача трафика данных корпоративных сетей, передача трафика IP-телефонии, передача видеотрафика относительно невысокого качества (организация видеоконференций, видеотрансляций), передача видеотрафика высокого качества (вещательное видео, видео по запросу).

Классификация услуг NGN:

- базовые услуги (услуги, ориентированные на установления соединения с использованием фрагмента NGN между двумя оконечными терминалами);

- дополнительные виды обслуживания (услуги, предоставляемые наряду с базовыми и ориентированные на поддержку дополнительных списков возможностей);

- услуги доступа (услуги, ориентированные на организацию доступа к ресурсам, и точек присутствия интеллектуальных сетей и сетей передачи данных);

- информационно-справочные услуги (услуги, ориентированные на предоставление информации из баз данных, входящих в структуру NGN);

- услуги виртуальных частных сетей (услуги, ориентированные на организацию и поддержание функционирования VPN со стороны элементов фрагмента NGN);

- услуги мультимедиа (услуги, ориентированные на обеспечение и поддержку функционирования мультимедийных приложений со стороны фрагмента NGN).

Базовые виды услуг:

- услуги местной, междугородной, международной телефонной связи, предоставляемые с использованием (полным или частичным) фрагмента сети на основе NGN-технологий. Базовые услуги телефонии в сетях NGN могут предоставляться с использованием технологий компрессии речи, при этом качество предоставления базовых услуг должно соответствовать классам «высший» и «высокий»;

- услуги по передаче факсимильных сообщений между терминальным оборудованием пользователей;

- услуги по организации модемных соединений между терминальным оборудованием пользователей.

Задачей фрагмента сети NGN при предоставлении базовых услуг является установление и поддержание соединения с требуемыми параметрами.

Предоставление базовых услуг может сопровождаться дополнительными видами обслуживания, которые расширяют возможности пользователя по получению информации о соединении, тональных уведомлений, а также позволяют изменять конфигурацию соединения. В сетевом фрагменте NGN пользователям могут предоставляться следующие дополнительные виды обслуживания:

- идентификации вызывающей линии (CLIP);

- запрет идентификации вызывающей линии (CLIR);
- предоставление идентификации подключенной линии (COLP);
- безусловная переадресация вызова (Call Forwarding No Reply);
- переадресация вызова при занятости (Call Forwarding Busy);
- безусловная переадресация вызова (Call Forwarding Unconditional);
- идентификация злонамеренного вызова (MOD);
- индикация ожидающего вызова, сообщения (Call Message Wailing);
- завершение вызова (Call Completion);
- парковка и перехват вызовов (Call Park/Pick-up);
- удержание вызова (Call Hold);
- замкнутая группа пользователей (CUG);
- конференц-связь с расширением (CONF).

В зависимости от используемого типа подключения и терминального оборудования, а также от возможностей гибкого коммутатора список и алгоритмы предоставления услуг могут отличаться.

Услуги доступа, поддерживаемые со стороны сетевого фрагмента NGN:

- услуги доступа в сети IP по коммутируемому соединению с поддержкой процедур точки доступа и авторизации со стороны фрагмента NGN;
- бесплатный вызов;
- телеголосование;
- вызов с дополнительной оплатой;
- вызов по предоплаченной карте.

Информационно-справочные услуги – это услуги предоставления информации со стороны элементов фрагмента NGN. В отличие от услуги доступа к информационно-справочным ресурсам, в данном случае предоставление предполагает включение сервера услуги в состав фрагмента NGN и использование API-интерфейсов между гибким коммутатором и сервером приложений. API (Application Programming Interface) – это набор готовых констант, структур и функций, используемых при программировании пользовательских приложений и обеспечивающих правильное взаимодействие между пользовательским приложением и операционной системой.

Реализация различных дополнительных возможностей в сетях NGN позволяет расширить круг потребителей телекоммуникационных услуг. На рынке услуг сетей NGN возможна реализация следующих категорий информационных услуг: связанные с ведением бизнеса (организация виртуальных частных сетей, осуществление доступа в корпоративные базы данных, дистанционное обучение, телемедицина); улучшения стиля жизни (электронные покупки, интеллектуальные объекты, например, «умный дом»); развлекательного характера (получение аудио- и видеoinформации в интерактивном режиме, сетевые игры); связанные с обеспечением безопасности (мониторинг объектов жизнедеятельности).

Для потребителя предполагается возможность выбора и гибкого формирования собственного пакета услуг в сочетании с простотой получения и использования, качеством абонентского обслуживания и доставки услуг.

Разносторонние услуги, базирующиеся на сети NGN, способны удовлетворить современные потребности бизнес- и домашних пользователей, по сравнению с традиционными сетями.

В настоящее время Министерство связи Республики Беларусь считает наиболее перспективным для страны использование платформы IMS. Использование указанной платформы уже в ближайшее время может принести явные преимущества для операторов электросвязи и абонентов. Внедрение системы IMS предоставит абонентам телефонных сетей новые сервисы и возможности:

- e-space (система с функциями обмена мгновенными сообщениями и телефонии);
- IP Centrex (решение, позволяющее объединять территориально распределенные офисы или абонентов в одну сеть с предоставлением широкого спектра услуг);
- видеоконференц-связь высокого качества;
- Green Call (позволяет осуществлять перевод звонков без разрыва соединения между различными сетями);
- M-RBT (мультимедийный гудок, позволяет использовать аудио и видео в режиме ожидания).

1.6. Протоколы сетей NGN

Сети NGN можно рассматривать в качестве сетевых решений, объединяющих фрагменты различных существующих сетей (Интернет и ТФОП) с применением свойственных этим сетям технологий. Соответственно, в NGN применяются как протоколы Интернет (например, IP, TCP, UDP, FTP, HTTP, SMTP и другие протоколы стека TCP/IP), так и протоколы ТФОП (например, ОКС № 7, EDSS1, протоколы интерфейса V5). Кроме того, некоторые протоколы NGN являются перспективными, прямо или косвенно затрагивая принципы взаимодействия сетей Интернет и ТФОП в рамках создания мультисервисной сети.

Протоколы сетей NGN можно классифицировать следующим образом:

- базовые протоколы сети Internet: IP, TCP, UDP, ICMP;
- транспортные протоколы: RTP, RTCP;
- сигнальные протоколы: SIP, H.323, MEGACO/H.248, MGCP, ISUP, SCCP, INAP;
- протоколы маршрутизации: RIP, BGP, TRIP;
- протоколы информационных служб и управления: SLP, OSP, LDAP, SNMP;
- протоколы услуг: FTP, SMTP, HTTP, кодеки G.xxx, H.xxx, факс T.37, T.38, IRP, NNTP.

1.6.1. Базовые протоколы стека TCP/IP

Стек протоколов управления передачей Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) – набор сетевых протоколов разных уровней модели сетевого взаимодействия DOD, используемых в сетях. Протоколы работают друг с другом в стеке – это означает, что протокол, располагающийся на уровне выше, работает «поверх» нижнего, используя механизмы инкапсуляции. Например, протокол TCP работает поверх протокола IP.

Стек протоколов TCP/IP включает в себя протоколы четырёх уровней: прикладного, транспортного, сетевого, уровня доступа к среде, что графически отражено на рис. 1.5.

На стеке протоколов TCP/IP построено всё взаимодействие пользователей в IP-сетях. Стек является независимым от физической среды передачи данных.

7	WWW, Gopher, WAIS	SNMP	FTP	telnet	SMTP	TFTP	IV
6							
5	TCP					UDP	III
4							
3	IP	ICMP	OSPF	ARP			II
2	Не регламентируется						I
1	Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, SLIP, PPP						
<i>Уровни модели OSI</i>							<i>Уровни ставки TCP/IP</i>

Рис. 1.5. Стек протоколов TCP/IP

Стек протоколов TCP/IP – наиболее распространенный протокол в локальных и глобальных сетях.

Уровень доступа к среде в протоколах TCP/IP не регламентируется, но поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровня. Обычно при появлении новой технологии локальных или глобальных сетей она быстро включается в стек TCP/IP.

Уровень межсетевого взаимодействия занимается передачей пакетов с использованием различных транспортных технологий локальных сетей, территориальных сетей, линий специальной связи и т. п.

1.6.1.1. Протокол IP

Маршрутизация по протоколу IP определяет формат, адресацию и характер перемещения дейтаграмм IP через объединенные сети (по одной пересылке за раз). В начале следования дейтаграмм весь их маршрут не известен. Вместо этого на каждом промежуточном узле вычисляется следующий пункт назначе-

ния путем сопоставления адреса пункта назначения, содержащегося в дейтаграмме, с записью данных в маршрутной таблице текущего узла. Участие каждого узла в процессе маршрутизации заключается в продвижении пакетов, базирующемся лишь на внутренней информации, вне зависимости от того, насколько успешным будет процесс, и того, достигнет или нет пакет конечного пункта назначения. Другими словами, IP не обеспечивает отправку на узел-источник сообщений о неисправностях, когда имеют место аномалии маршрутизации. Выполнение этой задачи предоставлено другому протоколу Интернет, а именно протоколу управляющих сообщений Интернет (Internet Control Protocol – ICMP).

1.6.1.2. Протокол ICMP

ICMP выполняет ряд задач в пределах объединенной сети IP. В дополнение к основной задаче, для выполнения которой он был создан (сообщение источнику об отказах маршрутизации), ICMP обеспечивает также:

- метод проверки способности узлов образовывать в объединенной сети повторное эхо (сообщения Echo и Reply ICMP);
- метод стимулирования более эффективной маршрутизации (сообщение Redirect ICMP – переадресация ICMP);
- метод информирования источника о том, что какая-то дейтаграмма превысила назначенное ей время существования в пределах данной объединенной сети [ICMP-сообщение Time Exceeded (время превышено)];
- метод передачи прочих полезных сообщений.

1.6.1.3. Протокол TCP

Transmission Control Protocol (TCP) обеспечивает полностью гарантированные, с подтверждением и управлением потоком данных, услуги доставки для протоколов высших уровней. Он перемещает данные в непрерывном неструктурированном потоке, в котором байты идентифицируются по номерам последовательностей. TCP может также поддерживать многочисленные одновременные диалоги высших уровней.

1.6.1.4. Протокол UDP

Протокол UDP намного проще, чем TCP. Он полезен в ситуациях, когда мощные механизмы обеспечения надежности протокола TCP необязательны. Заголовок UDP имеет всего четыре поля: поле порта источника (source port), поле порта пункта назначения (destination port), поле длины (length) и поле контрольной суммы UDP (checksum UDP). Поля порта источника и порта назначения выполняют те же функции, что и в заголовке TCP. Поле длины обозначает длину заголовка UDP и данных; поле контрольной суммы обеспечивает проверку целостности пакета. Контрольная сумма UDP является факультативной возможностью.

Комплект протоколов Интернет включает в себя большое число протоколов высших уровней, представляющих самые разнообразные применения, в том

числе управление сетью, передача файлов, распределенные услуги пользования файлами, эмуляция терминалов и электронная почта.

1.6.2. Сигнальные протоколы

Для установления мультимедийных вызовов через сети IP создано несколько протоколов, например SIP (Session Initiation Protocol) и H.323. Появление данных стандартов открывает широкие возможности децентрализации обеспечения услуг телефонии, причем услуги могут управляться со стороны пользователя.

1.6.2.1. Протокол H.323

Семейство протоколов H.323 включает в себя три основных протокола: протокол взаимодействия оконечного оборудования с привратником – RAS, протокол управления соединениями – H.225 и протокол управления логическими каналами – H.245. Семейство протоколов H.323 представлено на рис. 1.6.

Гарантированная доставка информации по протоколу TCP		Негарантированная доставка информации по протоколу UDP		
H.245	H.225	Потоки речи и видеoinформации		
	Управление соединением (Q.931)	RAS	RTCP	RTP
TCP		UDP		
IP				
Канальный уровень				
Физический уровень				

Рис. 1.6. Семейство протоколов H.323

Для переноса сигнальных сообщений H.225 и управляющих сообщений H.245 используется протокол с установлением соединения и с гарантированной доставкой информации – TCP. Сигнальные сообщения RAS переносятся протоколом с негарантированной доставкой информации – UDP. Для переноса речевой и видеoinформации используется протокол передачи информации в реальном времени – RTP. Контроль переноса пользовательской информации производится протоколом RTCP.

Международный союз электросвязи в рекомендации H.225.0 определил протокол взаимодействия компонентов сети H.323: оконечного оборудования (терминалов, шлюзов, устройств управления конференциями) с привратником. Этот протокол получил название RAS (Registration, Admission and Status).

Основные процедуры, выполняемые оконечным оборудованием и привратником с помощью протокола RAS:

- обнаружение привратника;
- регистрация оконечного оборудования у привратника;
- контроль доступа оконечного оборудования к сетевым ресурсам;
- определение местоположения оконечного оборудования в сети;
- изменение полосы пропускания в процессе обслуживания вызова;
- опрос и индикация текущего состояния оконечного оборудования;
- оповещение привратника об освобождении полосы пропускания, ранее занимавшейся оборудованием.

Выполнение первых трех процедур, предусмотренных протоколом RAS, является начальной фазой установления соединения с использованием сигнализации H.323. Далее следуют фаза сигнализации H.225.0 (Q.931) и обмен управляющими сообщениями H.245. Разъединение происходит в обратной последовательности: в первую очередь закрывается управляющий канал H.245 и сигнальный канал H.225.0, после чего по каналу RAS привратник оповещается об освобождении ранее занимавшейся оконечным оборудованием полосы пропускания.

Для переноса сообщений протокола RAS используется протокол негарантированной доставки информации UDP. В связи с этим ITU-T рекомендовал передавать повторно те сообщения RAS, получение которых не было подтверждено в течение установленного промежутка времени. Оконечное оборудование или привратник, не имеющие возможности в текущий момент времени ответить на полученный запрос, могут передавать сообщение RIP (Request in Progress) для индикации того, что запрос находится в стадии обработки. При приеме сообщения RIP привратник и оконечное оборудование должны перезапустить свои таймеры.

Важно отметить, что в сети без привратника сигнальный канал RAS вообще не используется.

Процедуры управления соединениями в сетях H.323 специфицированы Международным союзом электросвязи в рекомендации H.225.0. Данные процедуры предусматривают использование в базовом процессе обслуживания вызова ряда сигнальных сообщений Q.931, причем должен быть реализован симметричный обмен сигнальными сообщениями в соответствии с приложением D к рекомендации Q.931. Это требование не распространяется на взаимодействие шлюза с сетью коммутации каналов.

Для реализации дополнительных услуг в соответствии с рекомендацией H.450 в сетях, построенных по рекомендации H.323, привлекаются сигнальные сообщения Q.932.

Транспортировку сигнальных сообщений обеспечивает протокол с установлением соединения и с гарантированной доставкой информации – Transport Control Protocol (TCP). В соответствии с первой и второй версиями рекомендации H.323 для каждого нового вызова открывается отдельный сигнальный канал. Начиная с третьей версии рекомендации H.323, один сигнальный канал H.225.0 может переносить сообщения, относящиеся к разным вызовам и имею-

шие разные метки соединения call reference. Наличие такой возможности позволяет значительно уменьшить время установления соединения с участием шлюзов и объем передаваемой служебной информации.

Для выполнения ряда процедур (определения ведущего и ведомого устройств, обмена данными о функциональных возможностях, открытия и закрытия однонаправленных логических каналов, закрытия логических каналов, определения задержки, выбора режима обработки информации) между оконечными устройствами или между оконечным оборудованием и устройством управления конференциями или привратником организуется управляющий канал H.245. Оконечное оборудование должно открывать один управляющий канал для каждого соединения, в котором оно участвует. Терминалы, устройства управления конференциями, шлюзы и привратники могут участвовать одновременно в нескольких соединениях и открывать несколько управляющих каналов.

Перенос управляющей информации H.245 осуществляется протоколом TSP.

По управляющему каналу H.245 передаются сообщения четырех категорий: запросы, ответы, команды и индикации. Получив сообщение-запрос, оборудование должно выполнить определенное действие и немедленно передать обратно сообщение-ответ. Получив сообщение-команду, оборудование также должно выполнить определенное действие, но отвечать на команду не должно. Сообщение-индикация служит для того, чтобы информировать о чем-либо получателя, но не требует от него ни ответа, ни каких бы то ни было действий.

Стандарт ITU-T H.323 был разработан для обеспечения установки вызовов и передачи голосового и видеотрафика по пакетным сетям, которые не гарантируют качества услуг (QoS). Он использует протоколы RTP (Real-Time Protocol) и RTCP (Real-Time Transport Protocol), разработанные группой IETF, а также стандартные кодеки ITU-T серии G.xxx.

Для общей реализации H.323 требуется четыре логических объекта или компонента: терминал, шлюз, привратник (GK) и блок управления многосторонней связью (MCU).

Сложность H.323 заключается в том, что для предоставления услуг необходимо совместное использование компонентов различных протоколов и между ними нет четкой границы. Переадресация вызова требует использования частей протокола H.450, H.225.0 и H.245. Стандарт H.323 предлагает несколько способов реализации одной и той же функции.

Существуют три различных способа совместного использования H.245 и H.225.0. В первоначальной версии H.323v1 для каждого протокола устанавливались отдельные соединения. Сначала организуется канал H.225.0, в рамках которого связываются два привратника и определяются параметры для установления соединения сигнализации. Далее происходит обмен по упрощенному варианту ISDN протокола Q.931, позволяющему установить телефонное соединение. Затем открывается канал для H.245, необходимый для контроля параметров мультимедийной сессии (ширина канала, тип кодека). После этого уста-

навливается канал передачи мультимедийных пакетов. Это требует длительного обмена между элементами сети, и вся процедура занимает много времени.

Второй способ совместного использования H. 245 и H.225.0 отличается тем, что H. 245 туннелируется через H.225.0.

Третий вариант предлагается в версии протокола H.323v2 в виде процедуры FastStart, которая объединяет Q.931 и H.245, т. е. в первоначальный запрос на соединение включены параметры будущей сессии. FastStart более эффективен, но H.323 позволяет использование любой из трех процедур, к поддержке которых должны быть готовы привратник и шлюз.

Архитектура протокола H.323 представлена на рис. 1.7.

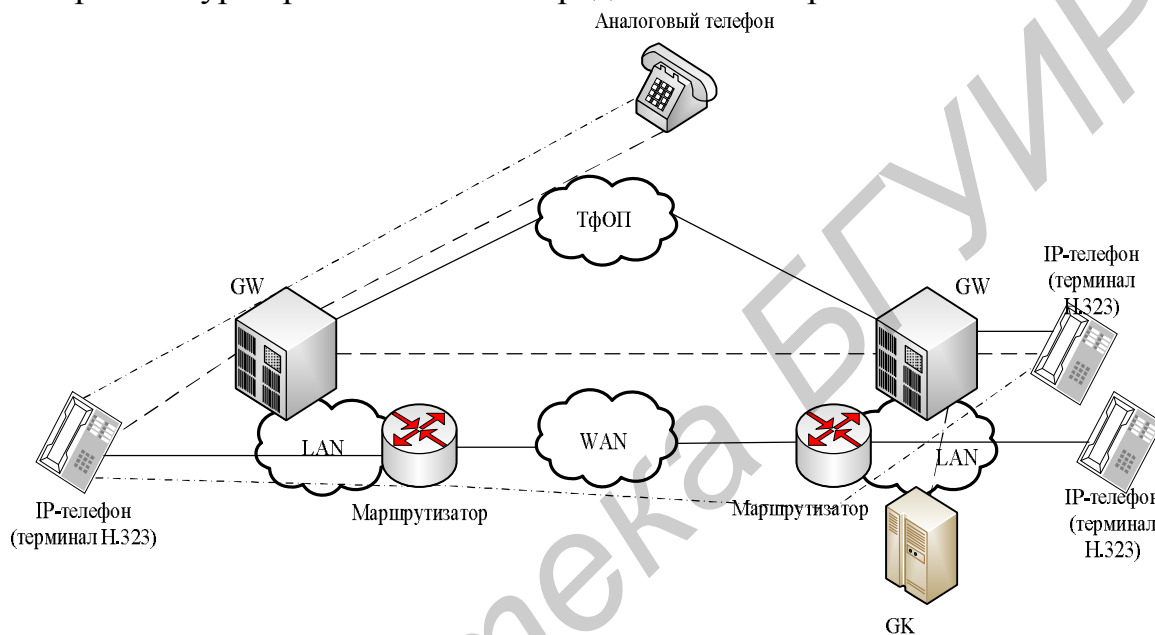


Рис. 1.7. Архитектура H.323

Вследствие того что H.323 разрабатывался ИТУ-Т, значительные усилия были потрачены на определение дополнительных голосовых услуг. В настоящее время H.323 определяет множество таких услуг.

Протокол H.323 изначально был определен как одноранговый протокол для локальных сетей и не имеет межсетевого интерфейса, отличного от межпользовательского (или однорангового), и не обеспечивает контроля за перегрузками. Для надлежащего функционирования телефонных сервисов и соблюдения корпоративных требований необходим четкий межсетевой протокол. Его отсутствие не создает проблем в случае частных сетей, голосовых звонков с компьютера на компьютер и международных вызовов. Но при создании сети для предоставления услуг в масштабах всей страны, этот вопрос приобретает критическое значение.

1.6.2.2. Протокол SIP

SIP – протокол прикладного уровня, с помощью которого осуществляются операции установления, модификации и завершения мультимедийных сессий или вызовов по IP-сети. В мультисервисных сетях SIP выполняет функции,

аналогичные тем, которые реализованы в H.323. Сессии SIP могут включать мультимедийные конференции, дистанционное обучение, интернет-телефонию и другие приложения.

SIP предназначен для установления сеансов связи между хостами Интернет. Протокол предусматривает специализированные серверы SIP, но их использование необязательно. Эти серверы SIP могут служить для регистрации, переадресации и других функций. Протокол SIP поддерживает полностью распределенную сервисную модель. Сервисы могут находиться на пользовательских терминалах (телефонах, PDA), серверах SIP и любой их комбинации.

SIP целиком базируется на протоколах Интернет (в частности HTTP), что позволяет проще интегрировать голосовые и информационные сервисы. SIP позволяет реализовать возможности загрузки специфического пользовательского интерфейса на IP-терминал. Добавление новых сервисных возможностей и расширение протокола можно осуществлять без угрозы создания проблем в области совместимости, так как спецификация SIP опирается на принципы Интернет.

Протокол SIP не имеет четко определенного межсетевого интерфейса. Рабочая группа по управлению многоточечными сеансами мультимедиа-связи (Multiparty Multimedia Session Control – MMUSIC) в рамках проекта «SIP Best Current Practices for Telephony» ведет работу над совместным использованием протоколов SIP и Megaco в сетях в целях решения вопроса создания межсетевого интерфейса. Это должно позволить создать сети, удовлетворяющие требованиям в отношении межсоединения телефонных сетей и предоставляющие инфраструктуру, способствующую переходу к распределенной модели оказания услуг на базе SIP.

Важной характеристикой телефонной сети SIP является свойство прозрачности по отношению к ТФОП. Традиционные телефонные услуги (вызов с ожиданием, бесплатный вызов), реализуемые в протоколах ТФОП, таких как ОКС №7, должны предлагаться сетью SIP таким образом, чтобы исключить нежелательные различия, ощущаемые пользователем, не ограничивая гибкость SIP. Требуется, чтобы SIP поддерживал примитивы для предоставления услуг, в которых конечной точкой является SIP-телефон, а информация ОКС №7 должна быть доступна на шлюзах – точках взаимодействия SIP и ОКС №7. Для обеспечения прозрачности функций не поддерживаемых SIP, информация ОКС №7 должна быть доступна другой стороне в сети SIP через интерфейс ТФОП-IP без потерь. Ограничения возникают из-за того, что некоторые сети используют собственные параметры ОКС №7 для передачи определенной информации через такие сети.

Вторая важная характеристика телефонной сети SIP – маршрутизируемость запросов SIP. Запрос SIP, устанавливающий телефонный вызов, должен содержать в своем заголовке информацию, достаточную для его маршрутизации прокси-серверами к месту назначения через сеть SIP. Параметры вызова (вызываемый номер) должны быть перенесены из сигнализации ОКС №7 в запросы SIP.

Протокол SIP-T (SIP for Telephones) обеспечивает инкапсуляцию информации традиционной телефонной сигнализации в сообщения протокола SIP. SIP-T поддерживает характеристики телефонной сети SIP при помощи технологий инкапсуляции и трансляции. В шлюзе SIP-ISUP сообщения подсистемы ISUP сети ОКС №7 инкапсулируются в сообщения протокола SIP, чтобы информация, требуемая для услуги, не была отброшена в запросе SIP. Посредники – прокси-серверы, обеспечивающие решение задач маршрутизации для запросов SIP, не поддерживают протоколы ISUP. Поэтому некоторая критическая информация транслируется из сообщения ISUP в соответствующие заголовки SIP с целью установить, как должен маршрутизироваться запрос протокола SIP. Свойства протокола SIP приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Свойства протокола SIP

Требования к взаимодействию ОКС №7 – SIP	Функции SIP-T
Прозрачность для сигнализации ISUP	Инкапсуляция сообщений ISUP в тело SIP
Маршрутизируемость сообщений SIP в зависимости от ISUP	Трансляция информации ISUP в заголовки SIP
Передача «mid-call» (сигнальная информация при установлении соединения) сообщений сигнализации ISUP	Использование метода INFO для «mid-call» сигнализации

1.6.2.3. Протокол MGCP

Протокол управления шлюзами между средами передачи Media Gateway Control Protocol (MGCP) был предложен группой International Softswitch Consortium. В середине 1998 г. был создан технический консультативный комитет Technical Advisory Council (ТАС), куда входили десяток ведущих производителей коммуникационного оборудования, и предложен протокол управления устройствами IP – Internet Protocol Device Control (IPDC). В то же время Telcordia разработала простой протокол управления шлюзами Simple Gateway Control Protocol (SGCP). После того как IETF сформировала рабочую группу Megaco, протоколы были объединены, в результате чего появился MGCP.

MGCP был представлен на рассмотрение рабочей группе Megaco. Lucent Technologies предложила третий протокол, под названием протокол управления устройствами среды передачи Media Device Control Protocol (MDCP), и в результате слияния всех предложений образовался новый, усовершенствованный протокол, названный Megaco (также называется H.248).

Суть протокола MGCP состоит в том, что управление сигнализацией сосредоточено на центральной управляющем устройстве, называемом контроллером сигнализаций, и полностью отделено от медиапоток. Эти потоки обрабатываются шлюзами или абонентскими терминалами, которые способны испол-

нять лишь ограниченный набор команд, исходящих от управляющего устройства.

Архитектура протокола MGCP-сети также очень проста, в ней выделяются всего два функциональных компонента. Первый может быть представлен шлюзом или IP-телефоном, а второй – устройством управления вызовами, которое может называться контроллером сигнализации, контроллером шлюза MGC или гибким коммутатором (softswitch). Иногда контроллер сигнализации представляются в виде двух компонентов – контроллера, выполняющего функции управления шлюзами, и шлюза сигнализации, обеспечивающего обмен сигнальной информацией и согласование между традиционной телефонной сетью и сетью IP.

1.6.2.4. Протокол управления транспортным шлюзом H.248/MEGACO

Протокол управления транспортным шлюзом H.248/MEGACO является дальнейшим развитием протокола MGCP и ряда других разработок как IETF, так и ITU-T.

Протокол управления транспортным шлюзом H.248/MEGACO используется на интерфейсе между контроллером MGC и шлюзом MG, то есть между элементами физической декомпозиции шлюза мультимедиа согласно архитектуре, определенной в рекомендации H.323. Управление транспортным шлюзом (MG) осуществляется специальным устройством управления транспортными шлюзами или их контроллерами (MGC).

Интерфейс пакетной сети может задействовать IP, ATM и другие технологии. Интерфейс должен будет поддерживать большое количество систем сигнализации сети с коммутацией каналов, включая тональную сигнализацию, сигнализацию ISDN, ISUP, QSIC и GSM.

Для переноса сигнальных сообщений MEGACO/H.248 могут использоваться следующие транспортные протоколы: UDP, TCP, SCTP (Stream Control Transport Protocol) и технология ATM. Поддержка протокола UDP является обязательным требованием для контроллера шлюзов MGC. Протокол TCP должен поддерживаться как контроллером, так и шлюзом. Поддержка протокола SCTP и технологии ATM для обоих устройств опциональна. Сообщения протокола MEGACO/H.248 могут кодироваться двумя способами. Комитетом IETF предложен текстовый способ кодирования сигнальной информации, причем для описания сеансов связи используется протокол SDP, МСЭ-Т предусматривает двоичный способ представления сигнальной информации по спецификациям абстрактного синтаксиса ASN.1, а для описания сеансов связи рекомендует специальный инструмент формата Tag-Length-Value (TLV). Контроллер MGC должен поддерживать оба способа кодирования, а шлюз MG – только один из них.

Протокол MEGACO является внутренним протоколом, который работает между функциональными блоками распределенного шлюза, а именно между MGC и MG. Принцип действия этого протокола – master/slave, т. е. ведущий/ведомый. Устройство управления MGC является ведущим, а транспортный

шлюз MG – ведомый, который выполняет команды, поступающие к нему от устройства управления.

1.6.2.5. Протокол BICC

Протокол BICC, определяемый Рекомендацией Q.1901, представляет собой протокол управления вызовом, предполагаемый к использованию между «обслуживаемыми узлами» (Service Nodes – SN). Данный протокол получил название «Bearer Independent Call Control», или протокол управления вызовом, независимый от услуг доставки информации. Управление транспортными возможностями между SN предусматривается со стороны других протоколов.

Определены три типа SN:

- узел обслуживания интерфейса (ISN) – обеспечивает интерфейс к сетям с коммутацией каналов;
- транзитный узел (TSN) – обеспечивает выполнение функций транзита для информации вызова и транспортировки в пределах сети, использующей протокол BICC;
- шлюзовый узел (GSN) – обеспечивает выполнение функций межсетевого шлюза для информации вызова и транспортировки с использованием протокола BICC.

Процедуры взаимодействия BICC с другими протоколами, в том числе на промежуточных узлах, где могут выполняться функции управления вызовом без реализации какого-либо управления транспортными возможностями, определены соответствующими спецификациями.

Протокол BICC (Bearer Independent Call Control) разрабатывается МСЭ-Т с 1999 г. и ориентирован на использование для соединения двух сетей ОКС №7 через сеть пакетной коммутации. Этот протокол можно рассматривать как еще одну подсистему-пользователя существующего набора протоколов сигнализации ОКС №7. Сообщения управления соединениями протокола BICC могут транспортироваться подсистемой передачи сообщений (MTP). Но его можно рассматривать и как полностью новый протокол. Сообщения BICC могут транспортироваться через другие пакетные сети. Эта способность протокола BICC достигается путем удаления из него тех относящихся к транспортировке процедур, которые существовали в ISUP, и размещения их в так называемом конвертере транспортировки сигнализации (signal transport converter). При этом протокол BICC становится не зависящим от способа передачи сигнальной информации.

Интернет-протокол для управления устройствами IPDC (Internet Protocol for Device Control) используется для управления шлюзами и для организации транспортных потоков внутри пакетных сетей при передаче речи. Протокол IPDC служит для переноса по IP-сетям сигнальной информации ТфОП/ISDN (например, в одной из реализаций гибкого коммутатора сообщения DSS1 преобразуются в сообщения IPDC). Архитектура сети, построенной с использованием протокола IPDC, базируется на идее декомпозиции шлюзов.

1.6.2.6. Транспортировка информации сигнализации (SIGTRAN)

Транспортировка информации сигнализации по технологии SIGTRAN предназначена для передачи сообщений протокола сигнализации сети с коммутацией каналов через сеть с коммутацией пакетов и должна обеспечивать:

- передачу сообщений разнообразных протоколов сигнализации, обслуживающих соединения сетей с коммутацией каналов (CSN), например протоколов прикладных и пользовательских подсистем ОКС №7, а также сообщений уровня 3 протоколов DSS1/PSS1 (т. е. Q.931 и QSIC);

- средства идентификации конкретного транспортируемого протокола сигнализации сети с коммутацией каналов;

- общий базовый протокол, определяющий форматы заголовков, расширения в целях информационной безопасности и процедуры для транспортировки сигнальной информации, а также расширения для введения конкретных индивидуальных протоколов сигнализации сети с коммутацией каналов;

- вместе с нижележащим сетевым протоколом (например IP) обеспечивать функциональные возможности, соответствующие нижнему уровню конкретной сети с коммутацией каналов.

При транспортировке сигнальной информации через инфраструктуру сети Интернет используемым промежуточным средством считается протокол передачи информации управления потоком (Stream Control Transport Protocol – SCTP).

1.6.2.7. Протокол передачи информации управления потоком (SCTP)

Протокол передачи информации управления потоком (SCTP) обеспечивает транспортировку сообщений сигнализации через сеть IP между двумя конечными пунктами с избыточностью доставки информации повышенной степени надежности. Для этого применяется стандартизированный метод, отличающийся встраиванием в протокол возможности повышенной надежности доставки в реальном времени информации нескольких источников по нескольким информационным потокам.

Также обеспечивается самоотключение в случае перегрузки соединения Интернет, по которому функционирует этот протокол. Интерфейс между SCTP и его сигнальными приложениями управляется через адаптационные уровни, которые образуют промежуточный уровень таким образом, чтобы сигнальные протоколы высших уровней конкретной архитектуры стека протоколов не меняли свой интерфейс с транспортной средой и внутренние функциональные возможности, когда начинают использовать SCTP вместо другого транспортного протокола. Другой аспект состоит в том, что поддерживаемая архитектура стека протоколов согласована с архитектурой Интернет без нарушения собственных правил.

Протокол SCTP может в различных целях использоваться разнообразными приложениями от передачи файлов средствами HTTP до транспортировки сигнальной информации, от замещения возможностей функционирования SCCP. Для некоторых приложений может быть желательным сохранить на свя-

зи с нижележащим уровнем (в данном случае с SCTP) уже существующий интерфейс, для других приложений это не является необходимым.

1.6.2.8. Пользовательский уровень адаптации ISDN (IUA)

Существует необходимость доставки сообщений сигнальных протоколов сети с коммутацией каналов (Circuit Switched Network – CSN) от сигнального шлюза (SG) ISDN к контроллеру шлюза среды передачи (MGC). Механизм доставки должен поддерживать:

- транспортировку пограничных примитивов Q.921/Q.931;
- связь между модулями управления уровнями SG и MGC;
- управление активными связями между SG и MGC.

Данным уровнем предусматривается поддержка первичного и базового доступов ISDN (PRA и BRA) как режима «точка – точка», так и для разветвленного режима «точка – несколько точек». Процедуры уровня адаптации QSIG не отличаются от аналогичных процедур Q.931.

1.6.2.9. Пользовательский уровень адаптации МТР уровня 2 (M2UA)

Пользовательский уровень адаптации МТР уровня 2 обеспечивает эмуляцию одного звена МТР между двумя узлами ОКС №7.

Избыточность звеньев достигается посредством многоточечного подключения собственно в пределах SCTP. В направлении к DPC может иметься несколько звеньев. Избыточность приложений поддерживается на пользовательских уровнях адаптации посредством переключения с одного соединения на другой при необходимости.

При необходимости доставки сообщений сигнальных протоколов CSN от сигнального шлюза (SG) к контроллеру шлюза среды передачи (MGC) или пункту сигнализации IP (IPSP) механизм доставки должен поддерживать:

- интерфейс на границе МТР уровня 2 и МТР уровня 3;
- связь между модулями управления уровнями SG и MGC;
- управление активными связями между SG и MGC.

Другими словами, SC будет иметь возможность транспортировать сообщения МТР уровня 3 к MGC или IPSP. В случае доставки от SG к IPSP, SG и IPSP функционируют как традиционные узлы ОКС №7, используя сеть IP в качестве нового типа звена ОКС №7. Этим обеспечивается полномасштабная обработка сообщений МТР уровня 3 и соответствующие возможности управления сетью.

1.6.2.10. Пользовательский уровень адаптации МТР уровня 3 (M3UA)

Пользовательский уровень адаптации МТР уровня 3 обеспечивает эмуляцию уровня 3 МТР в направлении его пользователей. В число его функций входят трансляция и отображение адреса, отображение потоков, управление перегрузками и управление сетью.

Для выхода на нужный сервер приложений (Application Server – AS) в SG должна осуществляться строгая процедура присвоения (например, CIC ISUP

должны соответствовать группам магистральных линий). Входя в состав прикладного сервера, процесс обработки прикладного сервера (ASP) должен иметь возможность общего распределения состояний. Каждый ASP одного и того же AS может являться отдельным прикладным узлом (Application Node – AN). Каждое приложение является физическим блоком или хостом. Способ распределения состояний зависит от конкретной реализации.

Уровень M3UA должен обслуживать несколько соединений SCTP (или по крайней мере одно). Выбор соединения SCTP может производиться по одной или нескольким частям полей DPC, OPC, SLS, CIC ярлыка маршрутизации MTP. Если соединение переходит в аварийное состояние, возможно выполнение альтернативных отображений.

Равноуровневые объекты M3UA для изменения и обновления состояния узлов «ОКС №7 через IP» обмениваются сообщениями управления.

На маршрутизацию сообщений уровня M3UA и SCTP влияют особенности функционирования внутридоменных и междоменных протоколов маршрутизации RIP, OSPF, BGP.

1.6.2.11. Пользовательский уровень адаптации SCCP (SUA)

Средствами сети IP возможна доставка сообщений подсистем-пользователей SCCP (MAP и CAP через TCAP, RANAP и т. д.). Архитектура такой доставки может представлять собой связь от SG ОКС №7 к сигнальному узлу IP (например резидентной базе данных IP) или связь между двумя конечными точками, расположенными в пределах сети IP. Механизм доставки должен поддерживать:

- передачу сообщений пользователей SCCP (TCAP, RANAP и т. д.);
- услугу SCCP, не ориентированную на соединение;
- услугу SCCP, ориентированную на соединение;
- взаимодействие равноуровневых объектов пользователей SCCP в полном объеме;
- управление транспортными связями SCTP между SG и одним или несколькими сигнальными узлами IP;
- функционирование сигнальных узлов IP с распределенной структурой;
- в целях управления выдачу об изменении состояний конфигурации в асинхронном режиме.

1.6.2.12. Протокол RADIUS

Протокол RADIUS (Remote Authentication in Dial-In User Service) – наиболее распространенный сейчас протокол AAA (Authentication, Authorization и Accounting), разработанный для передачи сведений между программами-сервисами (NAS, Network Access Server) и системой биллинга.

Authentication – процесс, позволяющий идентифицировать (узнать) субъекта по его данным, например по логину и паролю.

Authorization – процесс, определяющий полномочия идентифицированного субъекта на доступ к определенным объектам или сервисам.

Accounting – процесс, позволяющий вести учет доступа к услугам.

RADIUS позволяет осуществлять централизованное администрирование, что особенно важно при большом числе пользователей и устройств (учетные записи пользователей могут быть записаны в текстовые файлы, различные базы данных, пересланы на внешние сервера). Многие поставщики услуг интернета имеют сотни и тысячи пользователей, которые постоянно добавляются и удаляются.

Основные особенности RADIUS:

– Client-server-based operations. Клиентская часть RADIUS находится на Network Access Server и взаимодействует по сети с сервером RADIUS. Кроме того, сервер RADIUS может действовать как Proxy клиент для другого RADIUS или другого сервера аутентификации;

– Network security. Все операции между клиентом RADIUS и сервером авторизируются посредством shared secret key, который никогда не передается по сети. Также пароль пользователя, содержащийся в сообщениях RADIUS, шифруется, чтобы нельзя было узнать его мониторингом сети;

– Flexible authentication. RADIUS поддерживает несколько механизмов аутентификации, например PAP (Password Authentication Protocol), CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) и EAP (Extended Authentication Protocol);

– Attribute/value pairs. Сообщения RADIUS содержат в себе информацию, закодированную в виде полей тип–длина–значение, называемых атрибутами, или парами атрибут/значение. Типичное значение атрибутов – имя пользователя, пароль, IP-адрес конечного пользователя и т. д.

С появлением новых технологий и приложений требования к аутентификации и авторизации значительно повысились, а механизмы контроля доступа стали более сложными. Протокола RADIUS стало недостаточно для удовлетворения этих новых требований; возникла необходимость в новом протоколе, обладающем новыми возможностями контроля доступа, сохраняющий в то же время гибкость для последующих расширений. На основе RADIUS был создан протокол Diameter, предназначенный для того, чтобы стать общей структурной основой для последующих AAA-приложений. Он широко используется в IMS-архитектуре (IP Multimedia Subsystem) для обмена AAA-информацией между IMS-объектами.

1.6.3. Транспортные протоколы

Решение проблемы передачи мультимедийного трафика через сеть Интернет, не предоставляющих никаких гарантий по доставке пакетов или их поддержке, является нетривиальным. Наиболее доступное место реализации дополнительных функций, связанных с контролем потоков мультимедийного трафика, – прикладной уровень. Как правило, алгоритмы повышения достоверности доставки информации строятся на принципах внесения избыточности и перестановки в последовательности информационных сегментов.

Протокол реального времени (Real-Time Transfer Protocol – RTP) является стандартизацией такого подхода от внутрифирменных протоколов, может работать с приложениями других разработчиков. Обычно RTP на транспортном уровне использует возможности протокола UDP.

Сам протокол RTP не обладает никакими дополнительными функциями по обеспечению качества обслуживания. Протокол RTP функционирует по принципу «из конца в конец», а его пакеты в маршрутизаторах на сетевом уровне обрабатываются таким же образом, как остальные IP-пакеты. Дополнительные возможности могут быть реализованы в оконечных пунктах на базе информации статистики, собранной при помощи протоколов RTP и RTCP (RTP Control Protocol). Такая информация, как правило, содержит сведения о количестве отправленных/принятых пакетов RTP, количестве потерянных пакетов, значении джиттера задержки пакета и т. п. Спецификация протокола RTP не регламентирует конкретный способ использования указанной статистической информации приложением.

1.6.4. Взаимодействие протоколов в сети NGN

На рис. 1.8 приведена схема взаимодействия гибкого коммутатора с другими элементами сети NGN.

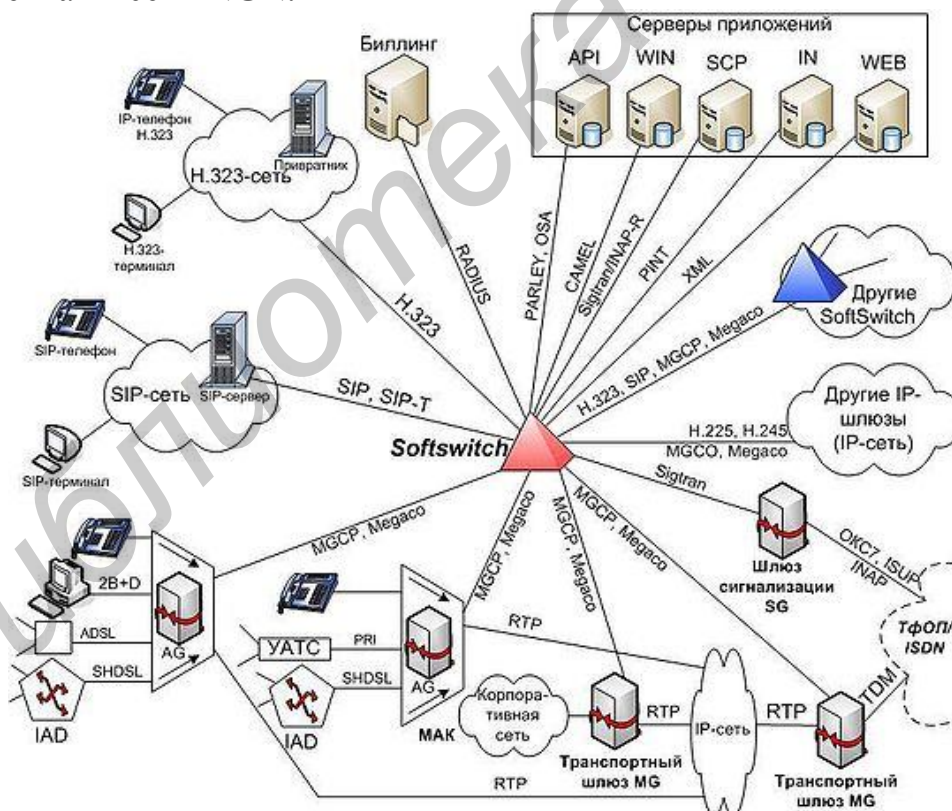


Рис. 1.8. Схема взаимодействия гибкого коммутатора с другими элементами сети NGN

Нижний уровень рассматривается как транспортная плоскость, в которой физически передается как речевой трафик, так и трафик данных. Такая уровне-

вая структура обеспечивает гибкость выбора аппаратного обеспечения (различных транспортных шлюзов).

Верхний уровень позволяет через прикладные программные интерфейсы API создавать новые приложения, которые невозможны в архитектуре традиционной телефонии с коммутацией каналов.

В рамках такого «вертикального» подхода показаны возможности Softswitch по сбору статистической информации, биллинга, мониторинга вызовов и административных функций, а также взаимодействия с системами эксплуатационного управления OSS (Operation Support System).

Необходимо наличие стандартного и эффективного протокола для создания сети NGN на основе гибких коммутаторов. Сегодня предполагается использовать для взаимодействия между гибкими коммутаторами протоколы SIP/SIP-T, а для взаимодействия гибких коммутаторов с подчиненными им коммутационными устройствами – протоколы стандарта MGCP/Megaco/H.248. Эти протоколы ориентированы на IP-сети и легко интегрируются в стек существующих протоколов Интернет.

SIP является протоколом прикладного уровня, позволяющим устанавливать, изменять и завершать мультимедийные сессии. Текстовый формат его сообщений значительно упрощает их кодирование, декодирование и анализ, и позволяет реализовать протокол на базе любого языка программирования. Число информационных полей в сообщениях SIP составляет несколько десятков (при сотне в протоколе H.323). Такой протокол работает быстрее и эффективнее, что очень важно при взаимодействии гибких коммутаторов между собой.

Модифицированный протокол SIP-T (SIP for Telephony) разработан с целью интеграции сигнализации ОКС №7 с протоколом SIP. Узел взаимодействия SIP-сети с сетью ОКС №7 инкапсулирует сообщения ISUP в SIP-сообщения и транслирует часть информации из сообщений ISUP в заголовки сообщений SIP, чтобы обеспечить их транспортировку.

В основе работы протоколов стандарта MGCP/Megaco/H.248 лежит принцип декомпозиции шлюзов, предусматривающий, что комплекс устройств разбивается на отдельные функциональные блоки:

- транспортный (медиа) шлюз – Media Gateway (MG);
- устройство управления шлюзом – Media Gateway Controller (MGC).

В соответствии с протоколами H.248, MGCP весь интеллект обработки вызовов находится в контроллере MGC, а транспортные шлюзы просто исполняют поступающие от него команды. При этом транспортный шлюз выполняет все функции преобразования разнотипных потоков и сигнальных сообщений и передает контроллеру всю сигнальную информацию, обработав которую, тот выдает команду, определяющую дальнейшие действия транспортного шлюза.

Чтобы управлять работой транспортных шлюзов, контроллеры MGC должны получать и обрабатывать сигнальную информацию как от пакетных сетей, так и от телефонных сетей, основанных на коммутации каналов. В пакетных сетях сигнальная информация в большинстве случаев переносится по протоколу SIP или на основе Рекомендации H.323. Эти протоколы работают поверх

IP-транспорта, а т. к. контроллер MGC тоже имеет выход в пакетную сеть (IP-сеть) для взаимодействия с транспортными шлюзами, то достаточно иметь в MGC соответствующие интерфейсы для получения сигнальной информации разных стандартов (например SIP или H.323). Сигнализация телефонной сети – общеканальная (ОКС №7, PRI ISDN) или по выделенным сигнальным каналам (ВСК) – переносится, как правило, в среде с коммутацией каналов, а большинство контроллеров MGC не имеют прямого выхода в эту среду, поэтому для доставки классической телефонной сигнализации ее необходимо упаковывать в пакетный IP-транспорт.

В гибких коммутаторах также реализуются протокол ВСС передачи по IP-сети сигналов ОКС №7 и протокол IPDC передачи по IP-сети сигналов DSS1 ISDN.

Гибкий коммутатор должен работать с протоколами сигнализации, имеющими разную архитектуру, и взаимодействовать с транспортными шлюзами, основанными на разных технологиях. Решение связанных с этим задач в гибких коммутаторах может базироваться на отделении функций взаимодействия со специализированными протоколами от функций обработки и маршрутизации вызовов между аппаратной частью и программным ядром устройства. Все сообщения протоколов сигнализации и управления устройствами приводятся к единому виду, удобному для предоставления в единой программой модели обработки вызовов.

При переходе к разделенной архитектуре возникает необходимость в протоколе управления шлюзовыми элементами. Основное направление – совершенствование протокола H.248. Работы в рамках протокола SIGTRAN стали необходимыми для обеспечения более надежной передачи информации сигнализации, чем при использовании стека TCP/IP. Поддержка оборудованием тех или иных протоколов напрямую связана с обеспечением требуемой сетевой функциональности.

В табл. 1.2 отражено функциональное назначение протоколов в архитектуре управления сетью NGN.

Таблица 1.2

Протоколы в сети NGN

Протокол	Функция в сети NGN	Комментарий
1	2	3
SIP	Управление и установление сеанса связи	Применяется для установления голосовых и мультимедийных вызовов по IP-сетям
SIP-T	Передача сигнализации ТфОП ISUP через SIP-сеть	Специальная разновидность протокола SIP, обеспечивающая прозрачную передачу сообщений ISUP по сети SIP. SIP-сеть в этом случае выполняет функцию транзитного пункта сигнализации

1	2	3
H.323	Управление и установление сеанса связи	Наиболее распространенный протокол в сетях передачи голоса по IP
H.248/ Megaco	Управление шлюзами доступа в пакетную сеть	Наиболее перспективный и разрабатываемый стандарт. Должен обеспечить большие возможности по совместимости различного оборудования
MGCP	Управление шлюзами доступа в пакетную сеть	Протокол управления шлюзами между средами передачи. Управление сигнализацией сосредоточено на центральном управляющем устройстве, и полностью отделено от медиа-поток
ВСС	Управление вызовом в сетях с разделенными уровнями управления и переноса информации	Протокол установления соединения, не зависящий от типа используемой сети переноса (IP, АТМ). Реализует полный набор услуг ТфОП/ЦСИО. Содержит комплект стандартов, описывающих сигнальные процедуры и сетевую архитектуру. Обеспечивает полную реализацию всех принятых голосовых услуг классической телефонии при использовании пакетных сетей
SIGTRAN	Передача протоколов управления и сигнализации по IP-сети	Набор стандартов для обеспечения надежности передачи сигнализации по IP-сети
RADIUS/ Diameter	Протокол AAA	Протокол AAA (authentication, authorization и accounting), разработанный для передачи сведений между программами-сервисами (NAS, Network Access Server) и системой биллинга

Сетевое окружение гибкого коммутатора представлено на рис. 1.9.

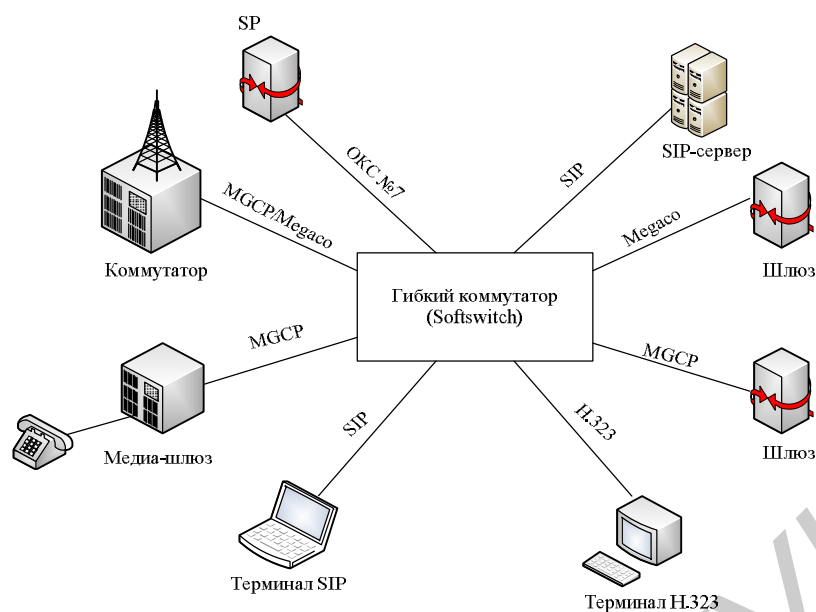


Рис. 1.9. Сетевое окружение гибкого коммутатора

2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (ТФОП)

2.1. Классификация сетей

Совокупность устройств и сооружений, с помощью которых осуществляется телефонная связь, называют телефонной сетью. В состав сети входят:

- коммутационные устройства – это автоматическая телефонная станция (АТС), узлы входящих сообщений (УВС), узлы транзитной связи (УТС), абонентские выносы – концентраторы и др.;
- линейные сооружения (АЛ – абонентские линии, СЛ – соединительные линии, каналы междугородной связи);
- абонентские оконечные устройства (ОАУ).

По назначению различают следующие виды телефонных сетей: городские, сельские, ведомственные, зональные, междугородные.

Городские телефонные сети (ГТС) – обеспечивают связь на территории города и его пригородной зоны.

Ведомственные сети, учрежденческо-производственные телефонные сети (УПТС) – обеспечивают внутреннюю телефонную связь предприятия. Такие сети могут быть либо автономными, либо иметь выход на ТФОП.

Сельские телефонные сети (СТС) – обеспечивают связь на территории сельских административных районов.

Эти три вида телефонных сетей объединяют общим названием: местные телефонные сети.

Зональные телефонные сети (ЗТС) – это совокупность местных сетей зоны и устройств, предназначенных для установления соединений между абонентами

разных местных телефонных сетей, находящихся на территории одной телефонной зоны (внутризоновая сеть). Признаком зоны является наличие единой 7-значной нумерации абонентских линий местных сетей данной зоны. Как правило, территория зоны совпадает с территорией области.

Международная телефонная сеть (МТС) – это комплекс устройств и сооружений, предназначенных для установления соединений между абонентами местных сетей, расположенных на территориях различных зон телефонной нумерации (областей). В состав МТС входят автоматические международные телефонные станции (АМТС) и узлы автоматической коммутации УАК. Оконечными станциями МТС являются АМТС, а УАК осуществляет транзитные соединения между ними.

На рис. 2.1 показана упрощенная схема ТФОП, где имеются две зоны с ГТС и СТС. В состав ГТС входят районные АТС – РАТС и транзитная станция (УВС), распределяющая вызов по направлениям отдельных РАТС.

В составе СТС показана центральная станция (ЦС), узловая станция (УС), оконечные станции (ОС).

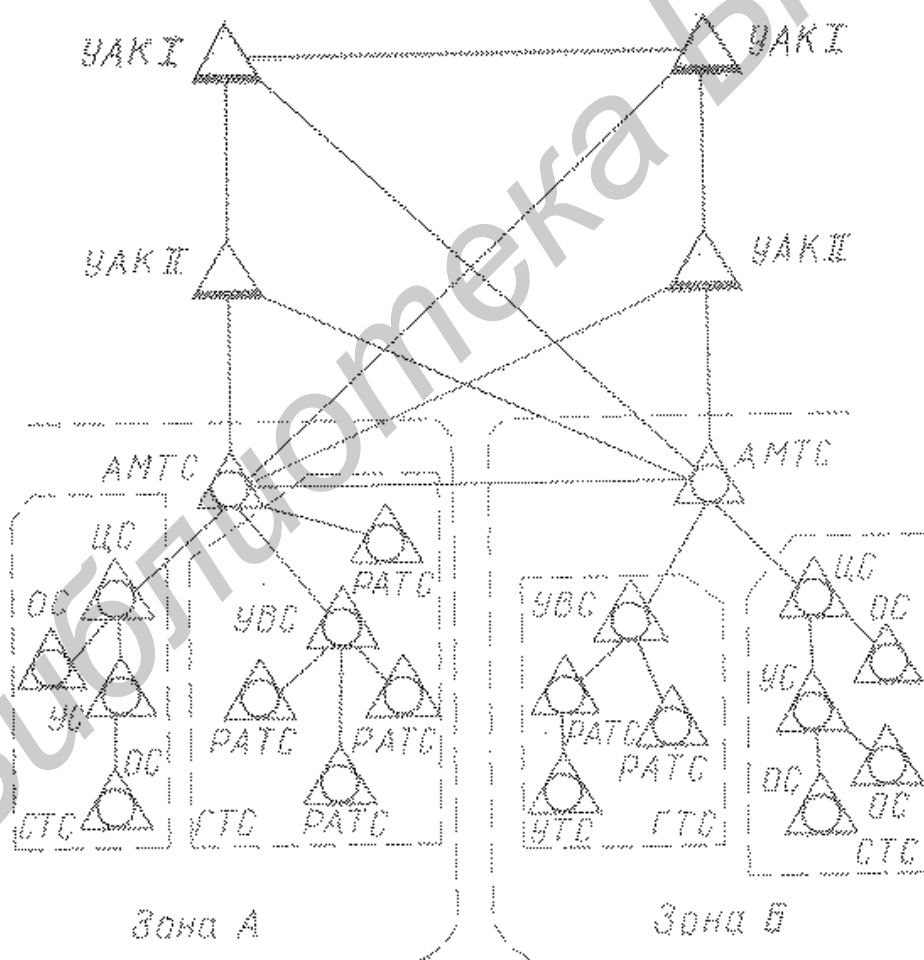


Рис. 2.1. Структура ТФОП

2.2. Нумерация абонентских линий

В Республике Беларусь принят зональный принцип нумерации, в соответствии с которым территория страны разделена на 6 зон телефонной нумерации, каждой из которых присвоен 3-значный код зоны ABC, а именно:

015 – код Гродно	021 – код Витеб- ска	025 – код сотового оператора Life
016 – код Бреста	022 – код Могиле- ва	029 – код сотового оператора Velcom, МТС
017 – код Минска	023 – код Гомеля	

В пределах каждой зоны (области) вводится единая 7-значная нумерация, причем каждой сотысячной группе номеров присваивается двухзначный код – ав. Для осуществления международной телефонной связи между абонентами разных зон (областей) вызывающий абонент должен набрать десятизначный номер вызываемого абонента:

ABC авXxxxx,

где ABC – код зоны, области;

ав – код местной сети в зоне (внутризоновый код);

авX – код станции на городской сети в областном центре;

xxxx – внутривыделенный номер абонента.

В зависимости от числа знаков в абонентском номере, код станции на местной сети будет X, vX, авX.

Внутризоновые номера семизначные – авXxxxx.

Номер абонента на местной сельской телефонной сети СТС принят пятизначным (Xxxxx).

Международный номер абонента – $\alpha\beta\gamma$ ABCавXxxxx, где $\alpha\beta\gamma$ – код зоны нумерации всемирной сети, т. е. код страны.

Код зоны нумерации всемирной сети может быть однозначным – α , двухзначным – $\alpha\beta$, трехзначным – $\alpha\beta\gamma$. Принято в Республике Беларусь в международном номере код зоны на национальной сети считать двухзначным – BC, и международный номер абонента будет $\alpha\beta\gamma$ BCавXxxxx. Например, код Республики Беларусь $\alpha\beta\gamma = 375$, код Минска = 017, тогда полный номер абонента будет: 37517авXxxxx, где авX – номер станции на городской сети Минска, xxxx – внутривыделенный номер абонента.

Абоненты местных телефонных сетей имеют выход на междугородную, международную сети через АМТС своей зоны. Для этой цели используются индексы выхода:

– междугородный индекс $m = 8$ – индекс выхода на АМТС, т. е. на междугородную сеть;

– международный индекс $m = 10$ – индекс выхода на международную сеть.

Таким образом, в зависимости от вида связи вызывающим абонентом используется определенная последовательность цифр:

- местная связь на ГТС – Ххххх, вХхххх, авХхххх;
- внутризоновая и междугородная связи – 8-АВСавХхххх;
- международная связь – 8– 10 αβγАВСавХхххх;
- связь между сотовыми операторами осуществляется через АМТС – 8-029хххххххх, 8-025хххххххх либо через международную сеть:
+37529хххххххх,
+37525хххххххх.

В системе нумерации выделены трехзначные коды для выхода на экстренные, справочно-информационные службы, например 101,102,103...109, 135, 153, 164 и т. д.

Система нумерации характеризуется емкостью. Емкостью системы нумерации называется предельная номерная емкость $N_{п.н}$ телефонной сети для принятой на этой сети системы нумерации. Емкость системы нумерации зависит от числа знаков в междугородном номере и от числа значений, которые может принимать каждый знак междугородного номера.

Максимальное число зон в стране с трехзначными кодами с учетом того, что первая цифра А не может быть 1, будет составлять 900.

Максимальное возможное число местных сетей в зоне с двухзначными кодами будет 70, т. к. $a \neq 8,0,1$.

Максимально возможное число станций местной сети будет равно 7, т. к. $X \neq 8,0,1$. Цифра 8 – индекс выхода на АМТС; 0,1 – индекс выхода на узел спецслужб (УСС). 0 – старый индекс, 1 – новый индекс УСС.

Максимальная емкость станции (хххх) будет 10 000 номеров. Таким образом, предельная емкость сети страны будет $N_{п.н} = 900 \cdot 70 \cdot 7 \cdot 104 = 441 \cdot 107$ номеров.

2.3. Городские телефонные сети

ГТС – это совокупность стационарных, линейных сооружений и оконечных устройств абонентов. К стационарным сооружениям ГТС относятся:

- коммутационное оборудование автоматических телефонных станций АТС, подстанций ПС и выносов;
- коммутационное оборудование учреждений станций УАТС;
- коммутационное оборудование узлов входящей связи УВС узлов исходящей связи (УИС) и узлов транзитной связи УТС;
- оборудование узлов сельско-пригородной связи УСП;
- оборудование электропитания, устанавливаемое на станциях;
- аппаратура систем передачи СП.

В состав линейных сооружений входят линейные и абонентские кабели, телефонная канализация, распределительные шкафы РШ и абонентские коробки КА. На ГТС различают 4 вида линий:

- абонентские линии (АЛ) служат для подключения оконечных абонентских устройств (ОАУ) к АТС, УАТС;

- соединительные линии (СЛ) связывают телефонные станции АТС между собой или подключают их к узлам коммутации УВС либо УТС сети;
- заказно-соединительные линии (ЗСЛ) используются для подключения районных автоматических телефонных станций (РАТС) к АМТС;
- соединительные междугородние (СЛМ) осуществляют связь от АМТС к РАТС.

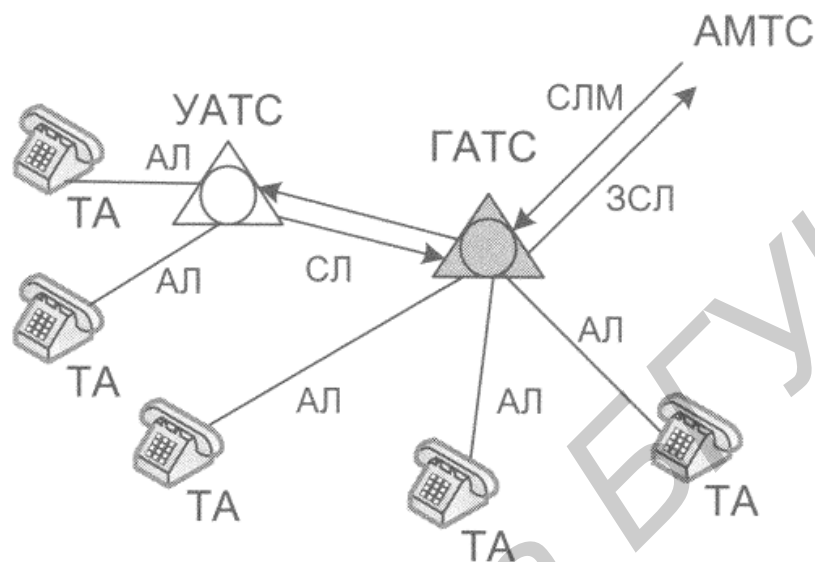


Рис. 2.2. Структурная схема нерайонированной ГТС

На сети СЛ используются пучки линий одностороннего действия, как показано на рис. 2.2, по которым соединения могут быть установлены только в одном направлении например, от ГАТС к УАТС. Для установления соединения от УАТС к ГАТС должен использоваться другой пучок СЛ, поэтому для уточнения направления, по которому устанавливаются соединения, пучкам СЛ присваивают определения исходящий и входящий пучки линий межстанционной связи (МСС).

На сети СЛ используются и пучки линий двухстороннего действия.

По принципу построения ГТС делятся на нерайонированные и районированные. Если на территории города имеется одна АТС, то телефонная сеть города называется нерайонированной. Если ГТС состоит из нескольких АТС, то это районированная сеть, а АТС – районные станции (РАТС), и в это случае каждая РАТС обслуживает абонентов части территории города. Обычно РАТС рассчитывается на подключение 10 000 абонентских линий с нумерацией, входящей в состав одной десятитысячной группы нумерации (Ххххх). Каждому абоненту ГТС присваивается определенный станционный номер. Совокупность номеров абонентов города называется нумерацией ГТС.

Емкость нерайонированной сети обычно 10 000 номеров (это одна АТС).

С увеличением емкости сети ГТС нерайонированная сеть оказывается неэкономичной из-за большой протяженности АЛ. Повышение использования

линейных сооружений может быть достигнуто районированием. Существует три варианта построения районированных телефонных сетей:

- связь между РАТС осуществляется по принципу «каждая с каждой»;
- с узлами входящих сообщений (УВС);
- с узлами транзитных сообщений (УТС), т. е. с узлами исходящих УИС и входящих УВС сообщений.

При емкости ГТС от 10 000 до 60 000 номеров, территория города делится на районы, обслуживаемые РАТС. Протяженность АЛ сокращается, так как приближается к местам установки ОАУ. РАТС соединяются между собой по принципу «каждая с каждой», при этом достигается более высокое использование пучков СЛ.

Нумерация АЛ на районированной ГТС 5-значная (Ххххх), первая цифра номера – Х – является номером станции, а хххх – внутростанционный номер абонента и $X \neq 0,1,8,9$.

С увеличением емкости ГТС число РАТС растет, а следовательно, растет и число пучков СЛ, что уменьшает их использование. При большом числе РАТС (более 6) связь их по принципу «каждая с каждой» становится экономически нецелесообразной.

При емкости ГТС от 60 000 до 600 000 номеров сеть наиболее экономично строить с узлами входящих сообщений УВС. При данном построении сеть делится на узловое районы УР, в каждом из которых устанавливается узел транзитной связи – УВС. В УР располагается до 10 РАТС, которые соединяются между собой по принципу «каждая с каждой» либо через УВС. Связь между РАТС различных УР осуществляется через УВС. Связь с АМТС может осуществляться либо от каждой РАТС, либо через УВС своего района. Аналогично осуществляется связь с УСС, УСП. На рис. 2.3 показана структурная схема ГТС с узлами входящих сообщений (схема межстанционной связи 6-значной нумерации).

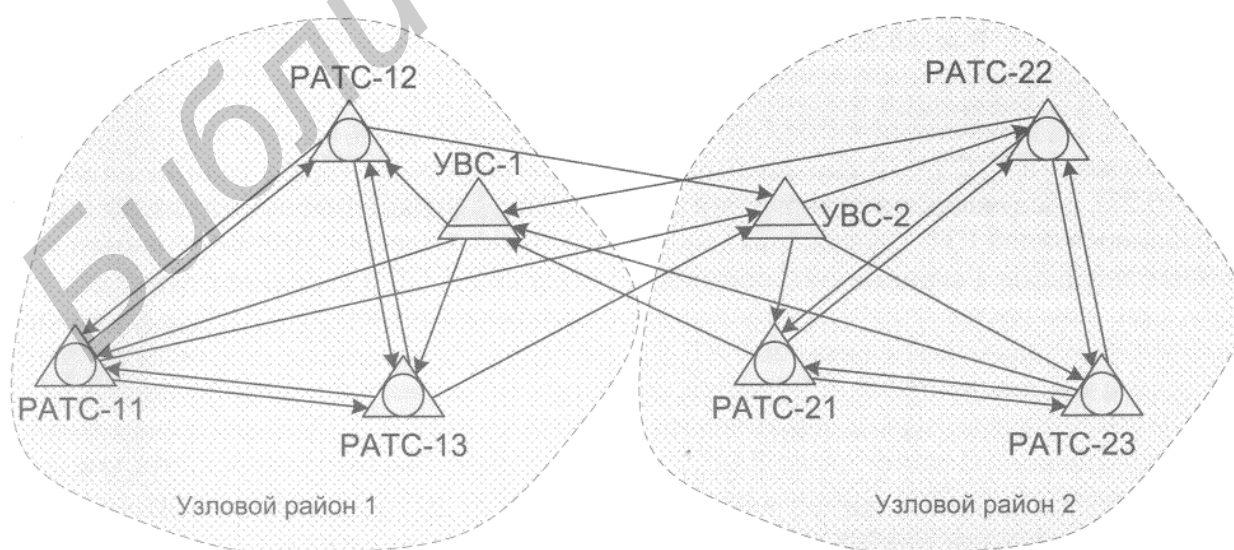


Рис. 2.3. Структурная схема ГТС с узлами входящих сообщений

Нумерация данной сети 6-значная, вХхххх, где в – номер УР, вХ – номер станции ГТС, хххх – внутривыделенный номер.

Первая цифра абонентского номера в ≠ 0,1,8,9.

При емкости ГТС свыше 600 000 номеров территория города делится на миллионные зоны. В каждой миллионной зоне может быть до 10 УР, а в каждом УР до 10 РАТС. В каждом УР зоны устанавливается узел транзитных сообщений УТС, выполняющий роль узла входящего-исходящего сообщения.

Нумерация данной сети 7-значная авХхххх, где а – номер миллионной зоны, в – номер УР внутри зоны, Х – номер станции внутри УР, хххх – внутривыделенный номер абонента, авХ – номер станции ГТС. Первые цифры абонентского номера а ≠ 0,1,8,9, т.к. 0,1 – выход на УСС, 8 – выход на АМТС, 9 – выход на УСП.

На рис. 2.4 представлена структурная схема районированной ГТС с узлами входящих и исходящих сообщений (схема межстанционной связи 7-значной нумерации).

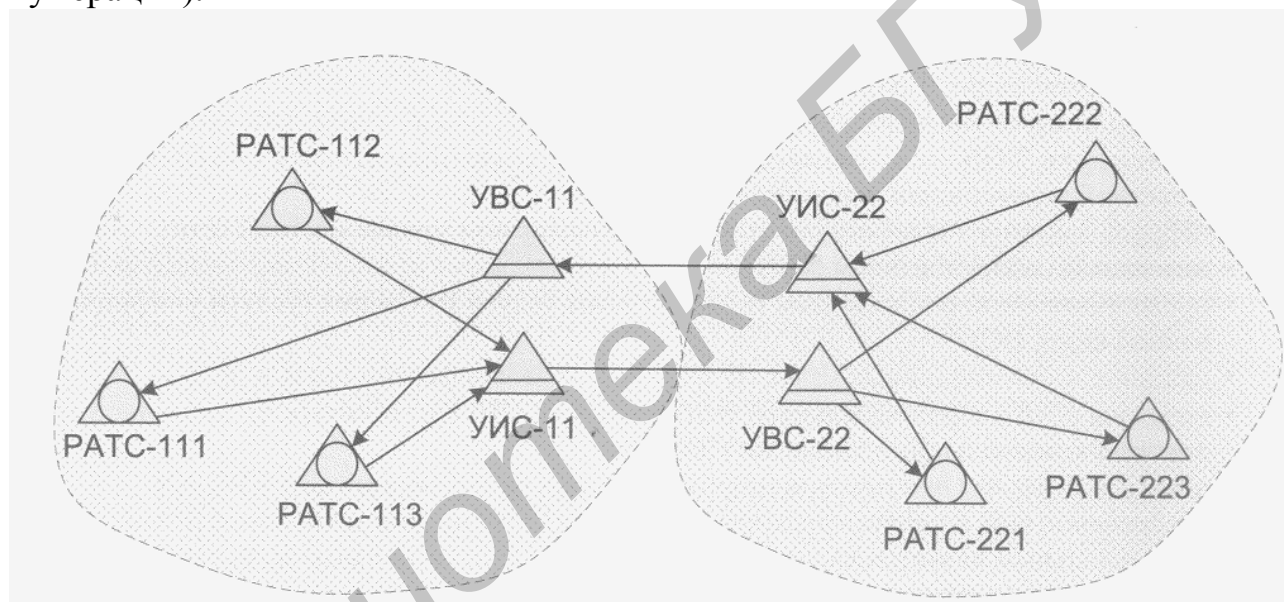


Рис. 2.4. Структурная схема районированной ГТС с узлами входящих и исходящих сообщений

На сети ГТС размещается узел спецслужб УСС, в который включаются линии к экстренным службам (101, 102, 103,...), справочно-информационным (109, 164, 185,...), обслуживающим службам (135, 152, 153, 156,...) и др.

В УСП, входящий в состав нумерации ГТС, включаются близлежащие сельские населенные пункты. Обычно кодом выхода на УСП является цифра 9, в Минске – 5.

В настоящее время при использовании на ГТС цифровых первичных сетей на базе волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и систем передач SDH применяются цифровые узлы коммутации, выполняющие функции опорных (ОПС), опорно-транзитных (ОПТС) и транзитных (ТС) станций, в которых используются двухсторонние соединительные линии с системой сигнализации

ОКС №7. При этом возможны различные схемы организации связи между цифровыми АТС.

3. ПРИМЕНЕНИЕ РЕШЕНИЙ NGN ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

3.1. Стратегии внедрения технологий NGN при развитии сети ТФОП

Существуют различные варианты применения пакетных технологий при модернизации действующих сетей связи. Основными рассматриваемыми вариантами являются:

– создание параллельной к существующей сети инфраструктуры NGN – стратегия наложения;

– создание инфраструктуры NGN, поглощающей существующую структуру ТФОП – стратегия замещения.

Первый вариант предполагает, что создаваемый фрагмент сети на основе NGN-технологий и существующая сеть ТФОП функционируют отдельно друг от друга, частично используя совместный ресурс первичной сети. Взаимодействие между сетями реализуется в ограниченном числе сетевых точек (шлюзов). При этом базовая услуга телефонии оказывается в обеих сетях связи или при взаимодействии сетей.

Второй вариант предполагает, что существующая ТФОП входит в состав мультисервисной сети, в основе которой лежат NGN-решения, при этом взаимодействие между любыми коммутационными узлами ТФОП осуществляется с использованием ресурсов NGN. Базовая услуга телефонии для межстанционных вызовов предоставляется при взаимодействии фрагментов существующей ТФОП и NGN или в рамках NGN.

Также рассматривается вариант с реализацией транзитного уровня существующей ТФОП в рамках NGN-сети, который можно считать переходным от варианта 1 к варианту 2.

Все три варианта различаются в основном подходами к построению транспортного уровня сети. Реализация уровня управления коммутацией и уровня управления услугами для всех вариантов идентична и отличается только требованиями к производительности и сетевым точкам размещения оборудования.

3.1.1. Построение сети NGN без изменения существующей структуры ТФОП

При построении сети NGN без изменения существующей структуры ТФОП предполагается, что создаваемый фрагмент NGN создается без привязки к существующей структуре ТФОП, но привязывается к существующей структуре первичной сети. Решение об изменении структуры первичной сети должно приниматься в стадии детального проектирования.

При проектировании предполагается, что создаваемый фрагмент NGN должен быть максимально доступен большинству потенциальных пользователей на территории, где предполагается его развертывание, т. е. покрытие территории является по возможности равномерным.

Создание транспортного уровня NGN потребует использования существующих или создания новых ресурсов первичной сети. Выбор того или иного решения связан с состоянием существующей первичной сети. Если первичная сеть строится на основе технологий SDH и при этом первичный ресурс, достаточный для построения транспортного уровня фрагмента NGN, существует или может быть получен путем использования оборудования систем передачи более высокого уровня, то возможно использование существующей первичной сети с соответствующей модернизацией в некоторых сетевых точках.

В качестве технологии, применяемой при создании транспортного уровня, может быть технология IP/MPLS при использовании первичной сети на основе Ethernet, либо IP/MPLS/ATM или IP/ATM при использовании первичной сети на основе SDH. Выбор конкретной технологии принимается в процессе формулирования технического задания на проектирование сети и зависит от ряда факторов.

Возможная конфигурация транспортного уровня при использовании технологической цепочки IP/ATM представлена на рис. 3.1.

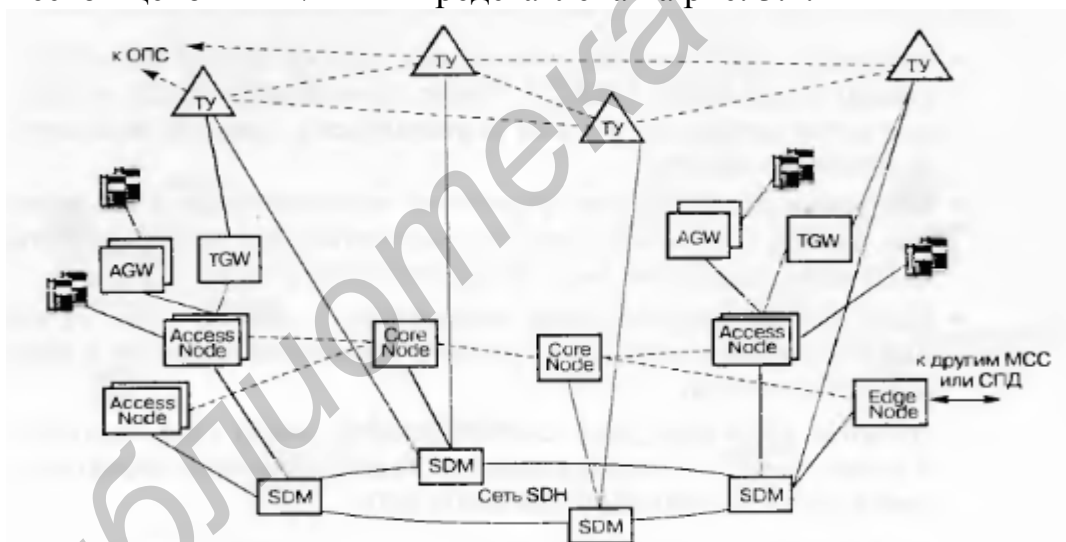


Рис. 3.1. Конфигурация транспортного уровня мультисервисной сети

В этом случае основными элементами транспортной сети ATM являются узлы доступа (Access Node), осуществляющие подключение оборудования шлюзов, и узлы ядра (Core Node), выполняющие роль магистральных коммутаторов мультисервисной сети. Пользователи мультисервисной сети подключаются к узлам доступа либо непосредственно, с использованием пакетных технологий доступа, использующие терминальное оборудование пакетных сетей или пакетные системы доступа (например IAD), либо через оборудование шлюзов доступа (AGW) (пользователи, использующие терминальное оборудование

сети ТФОП или подключаемые через системы доступа с интерфейсом V5). Оборудование Access Node и AGW размещается на уровне опорных станций ТФОП и обеспечивает подключение по всем видам абонентского доступа (аналогового, ISDN, xDSL, Ethernet). Подключение новых абонентов осуществляется преимущественно к сетевому фрагменту на основе NGN. При выводе из эксплуатации оборудования ТФОП абоненты переключаются в сетевой фрагмент на основе NGN.

Взаимодействие с существующей сетью ТФОП осуществляется через оборудование шлюзов TGW, подключаемых на уровне транзитных узлов. Число и сетевые точки размещения шлюзов должны определяться в процессе рабочего проектирования. Реализации представленного варианта построения транспортного уровня потребует:

- внедрения оборудования коммутаторов магистральной транспортной сети. Число коммутаторов и сетевые точки внедрения (с привязкой к инфраструктуре существующей сети SDH) должны определяться в процессе детального проектирования;

- внедрения оборудования узлов доступа и оборудования шлюзов доступа на уровне опорных АТС, подлежащих замене или на уровне которых планируется расширение абонентской емкости;

- расширения существующей емкости линейных сооружений между оборудованием вводимых узлов доступа и мультиплексорами SDH магистральной сети. Решение об увеличении пропускной способности магистральной сети должно приниматься по результатам детального проектирования;

- внедрения оборудования межсетевых шлюзов между мультисервисной сетью и сетью ТФОП. Число, производительность и сетевые точки внедрения должны определяться в процессе детального проектирования;

- внедрения оборудования граничного шлюза/шлюзов в тех сетевых точках, которые должны использоваться для выхода на сеть СПД или мультисервисные сети других операторов;

- если мультисервисная сеть осуществляет подключение сетей ТФОП альтернативных операторов – внедрения шлюзов в точках подключения;

- создания структуры сети доступа (участок между пользователем и узлом доступа). Определяется на стадии детального проектирования соответствующего фрагмента сети.

3.1.2. Построение сети NGN с поглощением

При построении мультисервисной сети с поглощением структуры существующей сети предполагается, что основой транзитной сети ТФОП будет являться создаваемый фрагмент NGN. Соответственно, все опорные АТС подключаются к NGN через оборудование шлюзов. Схема построения транспортного уровня для данного варианта представлена на рис. 3.2.

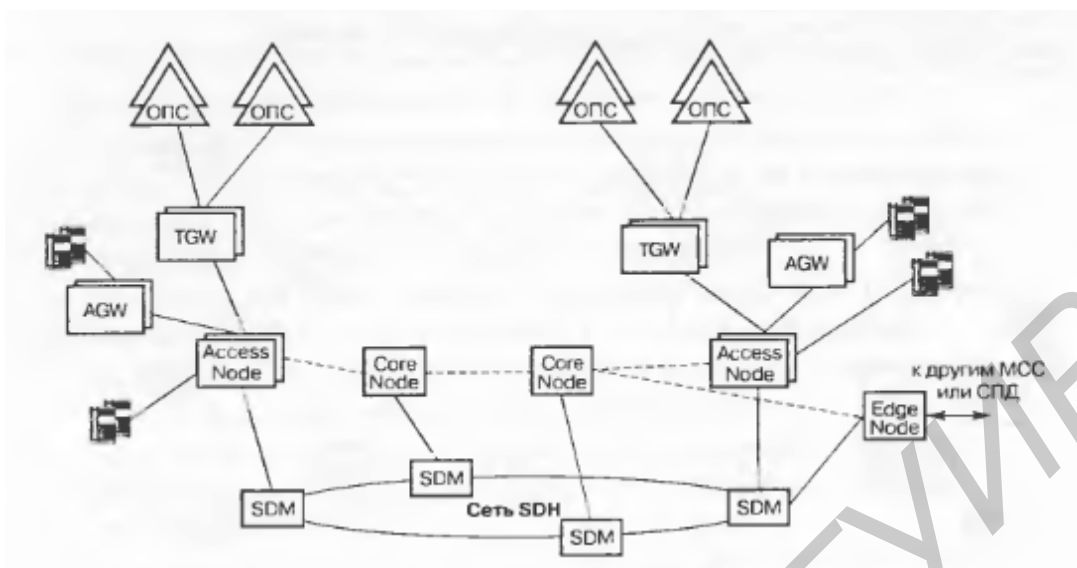


Рис. 3.2. Построение транспортного уровня мультисервисной сети, поглощающего транзитную структуру ТФОП

Как следует из рисунка, в этом случае транзитный уровень ТФОП полностью заменяется NGN. Соответственно, транзитные узлы ТФОП (ТУ) выводятся из обслуживания трафика ТФОП. Данный вариант является завершающей стадией формирования транспортного уровня мультисервисной сети, и его реализация требует значительных инвестиций.

Дополнительно к варианту 1 реализация требует:

- внедрения на уровне всех ОПС оборудования шлюзов;
- замены линейных сооружений и систем передачи, не ориентированных на поддержку SDH на участках между ОПС и узлами доступа и между узлами доступа и магистральной сетью SDH. В то же время изменение магистральной сети SDH не требуется;
- внедрения более мощных по сравнению с первым вариантом узлов ядра сети;
- внедрения оборудования шлюзов для подключения сетей альтернативных операторов (исключение составляет подключение на уровне опорных АТС);
- использования большего числа гибких коммутаторов или ядра управления с большей производительностью.

3.1.3. Комбинированный вариант

Комбинированный переход к мультисервисной сети представляет собой стратегию частичного замещения оборудования ТФОП мультисервисной сетью связи.

В этом случае часть опорных станций подключается к оборудованию мультисервисной сети через оборудование TGW, а остальные опорные станции сохраняются в структуре ТФОП. Введение новой абонентской емкости в заменяемом фрагменте сети и замена выводимых из эксплуатации АТС осуществляются в рамках развития МСС. Параллельно в рамках МСС происходит развитие сети собственных абонентских подключений. Схема варианта представлена на рис. 3.3. Данный вариант является способом постепенного развития варианта 1 до варианта 2 и не может рассматриваться как альтернатива предложенным выше вариантам.

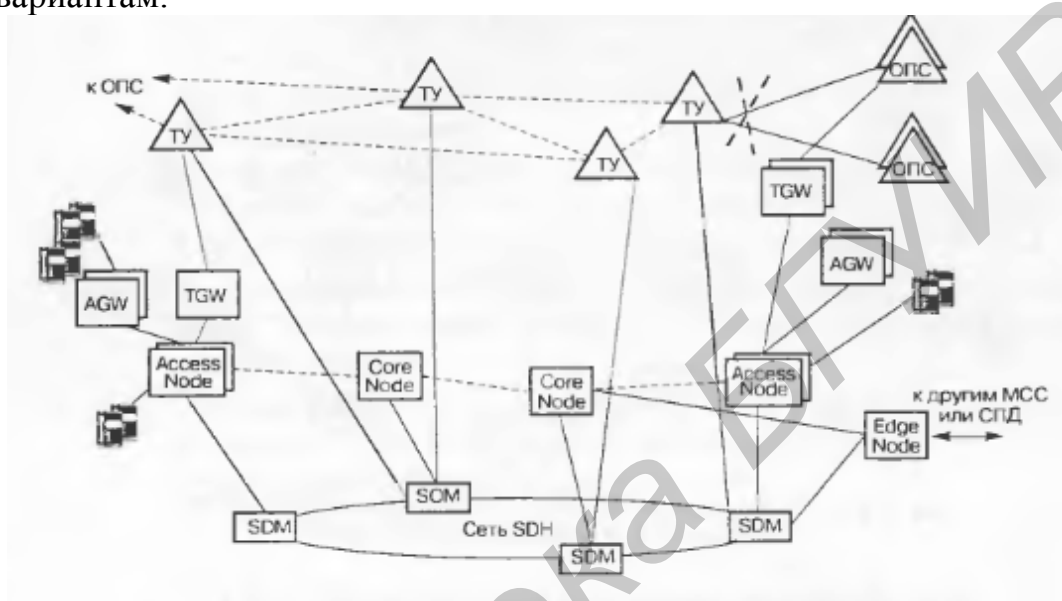


Рис. 3.3. Комбинированный вариант перехода

3.2. Варианты построения сети NGN с различной структурой ГТС

Рассмотрим возможный сценарий создания сети следующего поколения NGN в небольших городах, где ГТС построена по принципу связи коммутационных станций «каждая с каждой» без узлов входящего сообщения (УВС). Подобный способ организации межстанционных связей использовался в городах при емкости ГТС не более 70 тыс. номеров. При использовании цифровых коммутационных станций топология «каждая с каждой» становится экономически нецелесообразной для ГТС емкостью в несколько раз большей. Сети такой емкости созданы во многих городах.

3.2.1. Модернизация ГТС без узлов

Для ГТС без узлов могут использоваться различные сценарии миграции к NGN. Тем не менее можно разработать общий подход, который содержит три основных этапа перехода к NGN.

Допустим, что сеть NGN в городе начинает формироваться с уровня междугородной связи. Поэтому предполагается, что вместо АМТС будет установлен междугородный гибкий коммутатор (МГК), который управляет транзитом

IP-пакетов, содержащих информацию любого вида (речь, данные, видео), в сети междугородной и международной связи. Начальный этап модернизации ГТС, на котором производится замена двух ПАТС на абонентские медиа-шлюзы АМШ (SMG – Subscriber Media Gateway), управляемые от одного гибкого коммутатора (ГК), в состав которого кроме контроллера медиа-шлюзов КМШ (MGC – Media Gateway Controller) входят транзитный медиа-шлюз ТМШ (TMG) и шлюз сигнализации ШС (SG). Он представлен на рис. 3.4. Пунктирные линии на рис. 3.4 (как и на других рисунках, где нет других линий, кроме сплошной) означают передачу сигнальной информации.

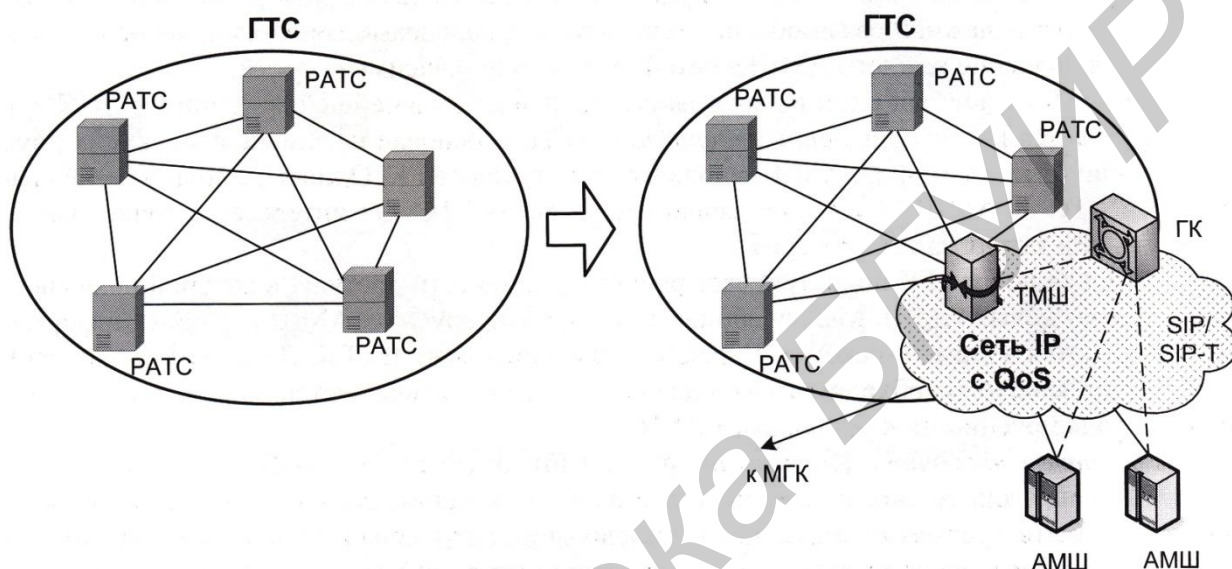


Рис. 3.4. Первый этап миграции ГТС без узлов к NGN

В городе должна формироваться сеть IP, поддерживающая показатели качества обслуживания (QoS), которые определены для NGN. Перечень таких показателей должен быть установлен в соответствующих нормативных документах отрасли связи. Основанием для нормирования показателей QoS может служить, например Рекомендация МСЭ Y.1541. На начальном этапе создания NGN в сети IP может использоваться всего один гибкий коммутатор.

Выбор оптимального числа ГК и АМШ – самостоятельная задача, для решения которой необходимо провести соответствующие экономико-математические расчеты с учетом особенностей конкретной сети. Множество всех возможных структур NGN для рассматриваемой модели невелико. Поэтому можно использовать метод перебора всех допустимых решений, чтобы выбрать оптимальную структуру NGN. Структуру NGN можно считать оптимальной, если при выбранном критерии (как правило, при минимальных затратах оператора на реализацию проекта) и заранее заданных ограничениях определены основные атрибуты сети. Их характерными примерами можно считать:

- численность гибких коммутаторов (включая шлюзы) различного назначения;

- места расположения этих коммутаторов и их пропускную способность;
- схему связи коммутаторов между собой.

В границах IP-сети находится также транзитный медиа-шлюз ТМШ, который обеспечивает взаимодействие АМШ со всеми РАТС, использующими технологию коммутации каналов. В сеть IP включен гибкий коммутатор, который фактически выполняет функции контроллера медиа-шлюзов МГС, транзитного медиа-шлюза ТGW и шлюза сигнализации SG.

Для сигнализации на участках АМШ и ГК, между разными ГК, а также между ГК и междугородным гибким коммутатором МГК (который установлен вместо АМТС) используются протоколы SIP или SIP-T, но возможны и другие решения, соответствующие международным стандартам.

Для взаимодействия с аналоговыми станциями необходим шлюз сигнализации. Дело в том, что гибкие коммутаторы не поддерживают процессы обмена сигналами управления и взаимодействия, которые используются в отечественных аналоговых коммутационных станциях.

В результате установки нового оборудования создается база для формирования на ГТС сети NGN. Для надежной связи обычно используются кольцевые топологии, которые обеспечивают включение каждого АМШ в сеть IP по двум независимым путям.

Рассмотрим один из возможных сценариев дальнейшей миграции к NGN. Дальнейшая миграция к сети NGN представлена на рис. 3.5. Он рассматривается как второй этап модернизации ГТС и основан на замене следующих двух коммутационных станций на АМШ, управляемые от одного ГК. Одновременная замена сразу двух РАТС на АМШ – один из вариантов развития ГТС. Он интересен с точки зрения минимизации затрат на сеть доступа.

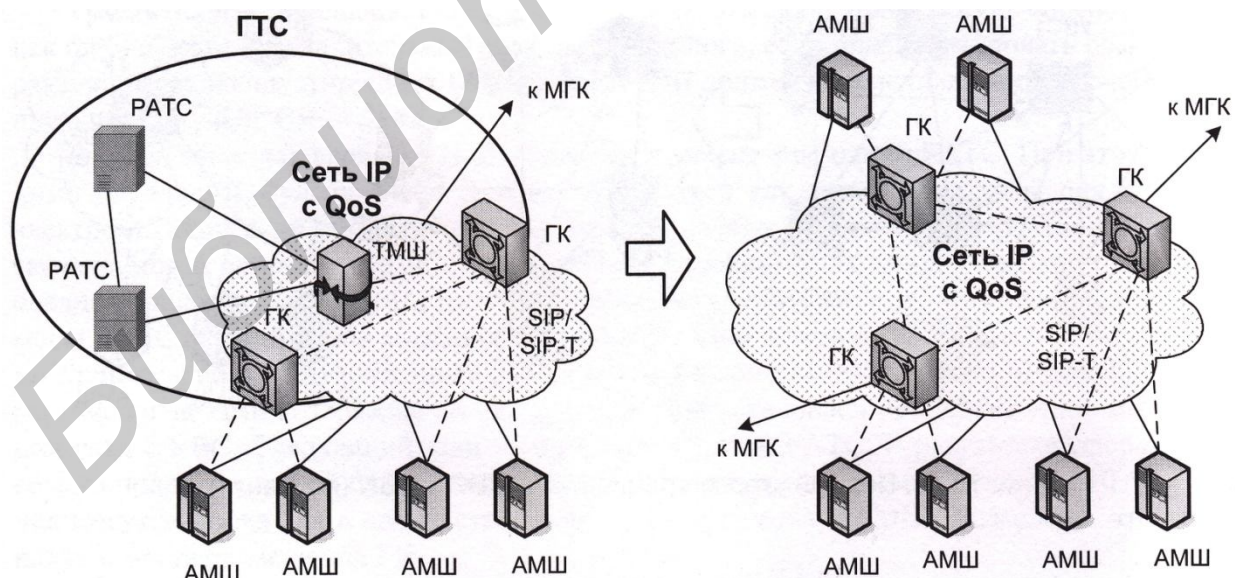


Рис. 3.5. Второй этап миграции ГТС без узлов к NGN

Установка нового ГК подразумевает реконструкцию сети доступа, в которой появляются несколько новых АМШ. Между абонентами эксплуатируемых АМШ все виды информации передаются в виде IP-пакетов. Управляют соединениями два ГК. Переход к технологии коммутация каналов необходим только для соединений, которые устанавливаются с терминалами, подключенными к оставшимся РАТС.

На третьем, заключительном этапе создается сеть NGN со структурой, которая была выбрана заранее в качестве оптимального решения. Он представлен на рис. 3.6. Выбор конкретной структуры должен быть предметом отдельного исследования для каждой конкретной ГТС, но его результат не влияет на предлагаемую методологию миграции ГТС к сети NGN. Предполагается, что все ГК должны быть связаны между собой для обеспечения высокой надежности системы сигнализации NGN. Кроме того, должна быть предусмотрена организация двух независимых направлений для обмена информацией с оборудованием междугородного гибкого коммутатора МГК, который, скорее всего, будет располагаться в центре субъекта. Выход к этому коммутатору должен осуществляться минимум через два ГК.

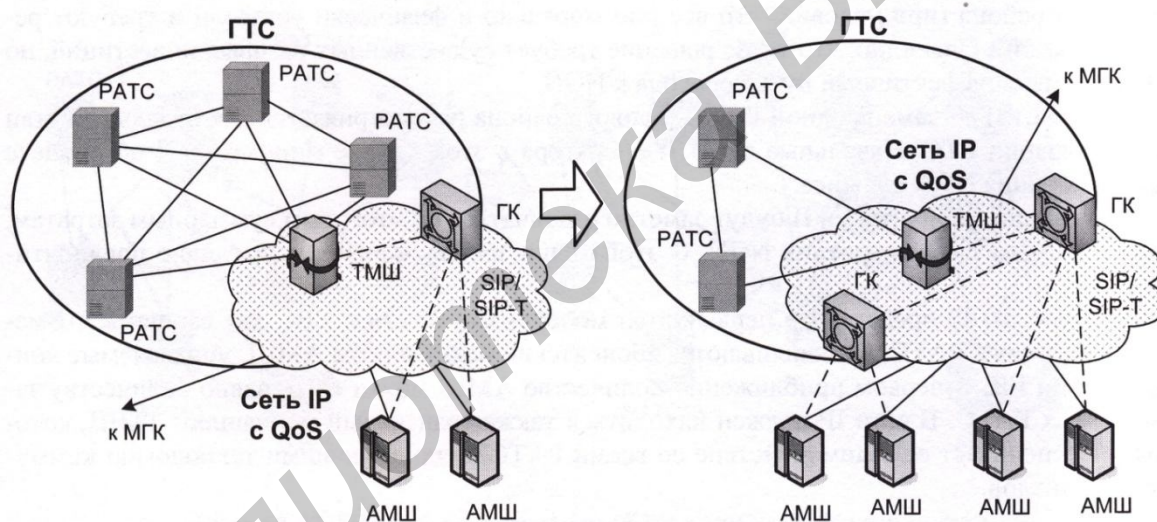


Рис. 3.6. Третий этап миграции ГТС без узлов к NGN

3.2.2. Модернизация ГТС с узлами входящего сообщения УВС

Рассмотрим сценарии создания сети следующего поколения NGN в городах, где ГТС построена с узлами входящих сообщений (УВС). Будем считать, что АМТС уже заменена на междугородный гибкий коммутатор (МГК) или используется вместе с ним. Сеть IP под нормированные показатели качества обслуживания (QoS) при внутризонавой, междугородной или международной связи передает пакеты через МГК.

На первом этапе характер модернизации сети с УВС будет определяться числом заменяемых РАТС. Целесообразно выделить два варианта миграции

рассматриваемой структуры ГТС к сети NGN, которые радикально отличаются друг от друга:

Вариант I – подразумевает одновременную замену всех существующих РАТС одного узлового района (при условии, что все они морально и физически устарели и требуют реконструкции). Очевидно, что такое решение требует существенных разовых инвестиций, но обеспечивает эффективный путь перехода к NGN.

Вариант II – замена одной РАТС узлового района рассматривается как отдельный этап модернизации ГТС. Начальные затраты оператора в этом случае минимальны, но процесс формирования NGN сложнее.

Очевидно, варианты I и II будут заметно различаться по итоговым суммарным затратам, необходимым для построения NGN. С этой точки зрения вариант II выглядит предпочтительнее.

Первый этап модернизации сети с УВС для варианта I представлен на рис. 3.7. Вместо аналоговых РАТС устанавливаются абонентские медиа-шлюзы АМШ, управляемые контроллерами ГК. В первом приближении количество АМШ может быть равно количеству заменяемых РАТС. В сети IP должен находиться также транзитный медиа-шлюз ТМШ, который обеспечивает ее взаимодействие со всеми РАТС, использующими технологию коммутации каналов.

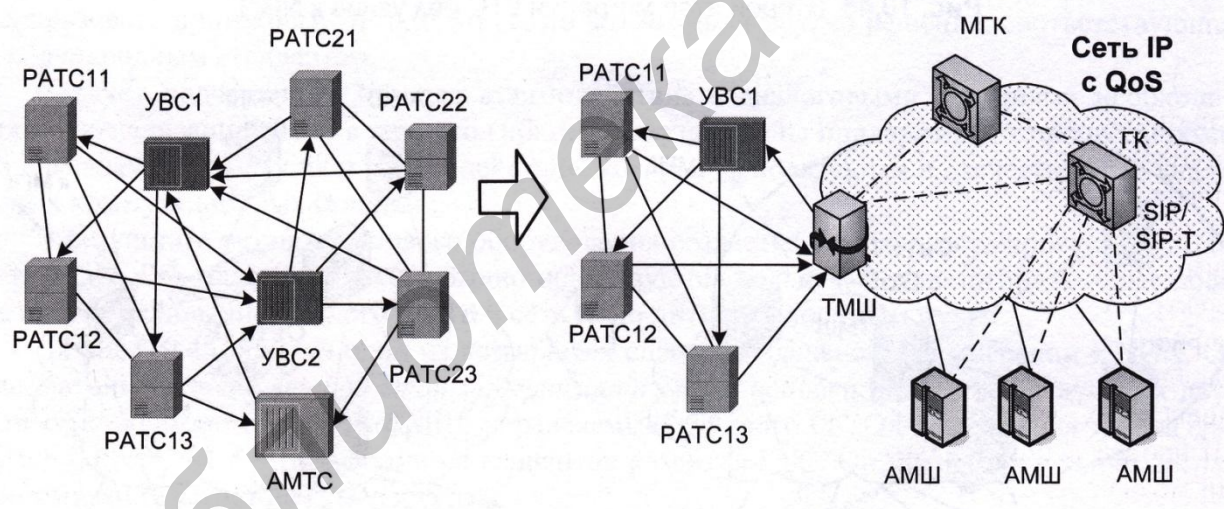


Рис. 3.7. Первый этап миграции ГТС с УВС к NGN (вариант I)

Между IP-сетью и оставшимися УВС должны быть созданы линии передачи, обеспечивающие обслуживание входящего трафика ко всем РАТС этих узловых районов. Никаких других изменений в составе той части ГТС, которая использует технологию коммутации пакетов, пока не требуется.

Для обеспечения взаимодействия между АМШ и ГК используется протокол SIP (SIP-T). Обмен сигналами управления и взаимодействие между сетью IP и коммутационным оборудованием первого узлового района может осуществляться через ТМШ.

Вариант II подразумевает замену только одной РАТС. Он представлен на рис. 3.8. Абоненты, которых РАТС обслуживала, переключаются в два абонентских медиа-шлюза АМШ. Необходимо установить гибкий коммутатор, который будет выполнять функции контроллера АМШ и шлюза сигнализации ШС. При реализации варианта I этого не требуется.

Транзитный медиа-шлюз ТМШ должен иметь высокую пропускную способность, так как он обслуживает значительный трафик. Кроме того, если проанализировать реальные характеристики эксплуатируемых ГТС с УВС, ТМШ должен обеспечивать подключение большого числа пучков СЛ.

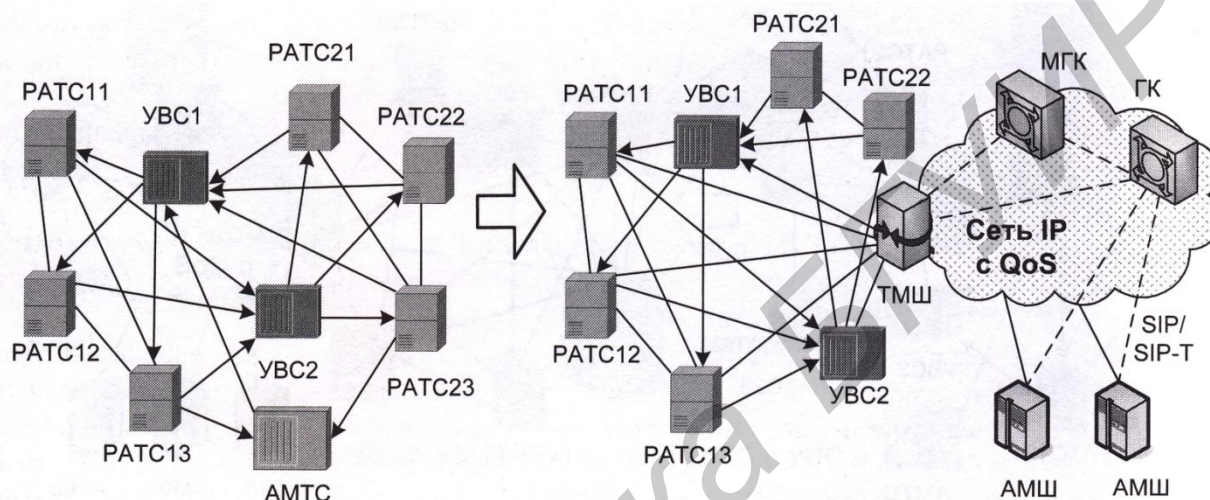


Рис. 3.8. Первый этап миграции ГТС с УВС к NGN (вариант II)

Второй этап для варианта II заключается в замене еще одной РАТС. При этом необходимо определить судьбу УВС. Они могут остаться как транзитные узлы для последней электромеханической РАТС, эксплуатируемой в узловом районе. Альтернативное решение заключается в демонтаже УВС, что потребует переключения межстанционных связей последней аналоговой РАТС. Структура сети, образуемая после замены РАТС абонентскими медиа-шлюзами АМШ представлена на рис. 3.9. Они включаются в сеть IP и поддерживают процессы обмена информацией любого рода в форме пакетов. Функции управления этими медиа-шлюзами возложены на ГК, который был установлен на первом этапе модернизации сети с УВС. Следующий этап – замена очередной РАТС. В результате сформируется сеть, топология которой будет очень похожа на структуру, представленную на рис. 3.7. Различия могут заключаться в количестве и местах расположения АМШ. Возможно, что не совпадут и места размещения ГК.

Процесс демонтажа аналоговых РАТС еще не закончится, а уже возникнет необходимость замены цифровых коммутационных станций. В этом случае подход к формированию NGN останется неизменным.

Вернемся к рис. 3.7, который фиксирует состояние процесса построения NGN, практически идентичное для вариантов I и II. Далее будут заменяться цифровые РАТС. Для варианта I эта операция может быть одномоментной.

Другие решения подразумевают постепенную замену цифровых РАТС. Если на каждом этапе модернизации ГТС будет заменяться только одна цифровая РАТС, то процесс становится похожим на вариант II. Его анализ был приведен выше, а структуры сетей показаны на рис. 3.8 и 3.9.

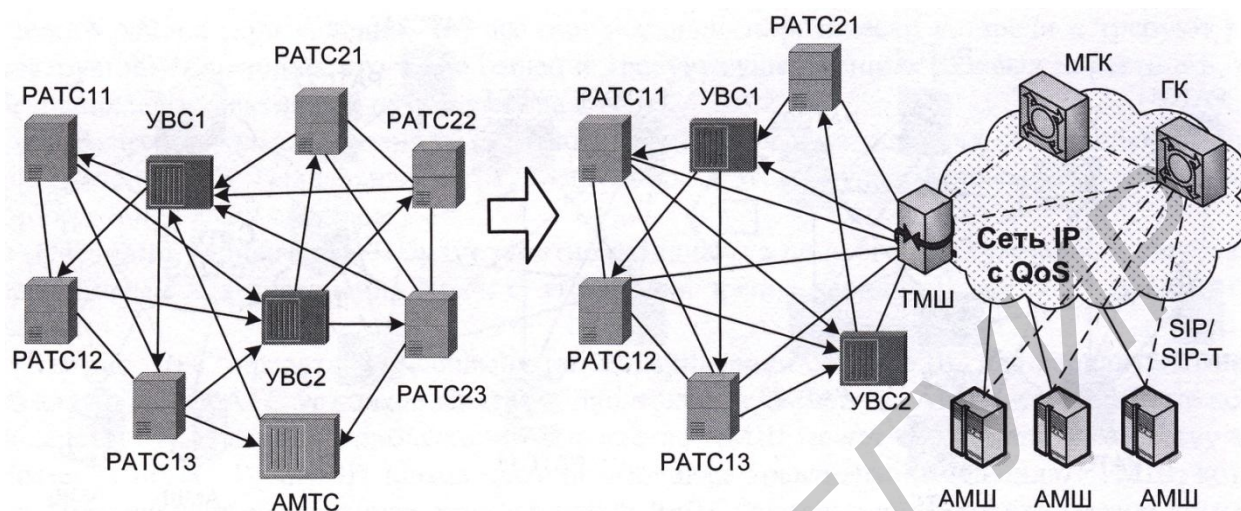


Рис. 3.9. Второй этап миграции ГТС с УВС к NGN (вариант II)

Целесообразно все АМШ связать с сетью IP двумя независимыми трактами. Такая возможность обеспечивается применением кольцевых топологий при построении транспортной сети. При этом несущественно, какая технология выбрана для транспортной сети – синхронная цифровая иерархия SDH или самовосстанавливающееся пакетное кольцо RPR. Связь всех гибких коммутаторов по принципу «каждый с каждым» гарантирует надежность сети сигнализации.

3.2.3. Модернизация ГТС с узлами входящих и исходящих сообщений

Рассмотрим сценарии создания сети следующего поколения NGN в крупных городах, где ГТС построена с узлами исходящих (УИС) и входящих (УВС) сообщений, с узлами транзитного сообщения (УТС). В некоторых сетях используются узлы исходящего и входящего сообщения (УИВС). Модель сети, построенной с УИС и УВС, представлена на рис. 3.10. В рассматриваемом случае она состоит из двух узловых районов. В каждом из них изображены три районные автоматические телефонные станции (РАТС). В первом узловом районе все три РАТС связаны между собой через свои узлы. Все РАТС во втором узловом районе связаны между собой по принципу «каждая с каждой». Для иллюстрации принципов организации междугородной телефонной связи вводятся два предположения, упрощающие дальнейшие рассуждения, но не искажающие принятые системные решения:

- пучки заказно-соединительных линий (ЗСЛ) организованы от УИС к АМТС;
- пучки соединительных линий для входящей междугородной связи (СЛМ) созданы на участке от АМТС до УВС, который выполняет также функции узла входящего сообщения для междугородной связи (УВСМ).

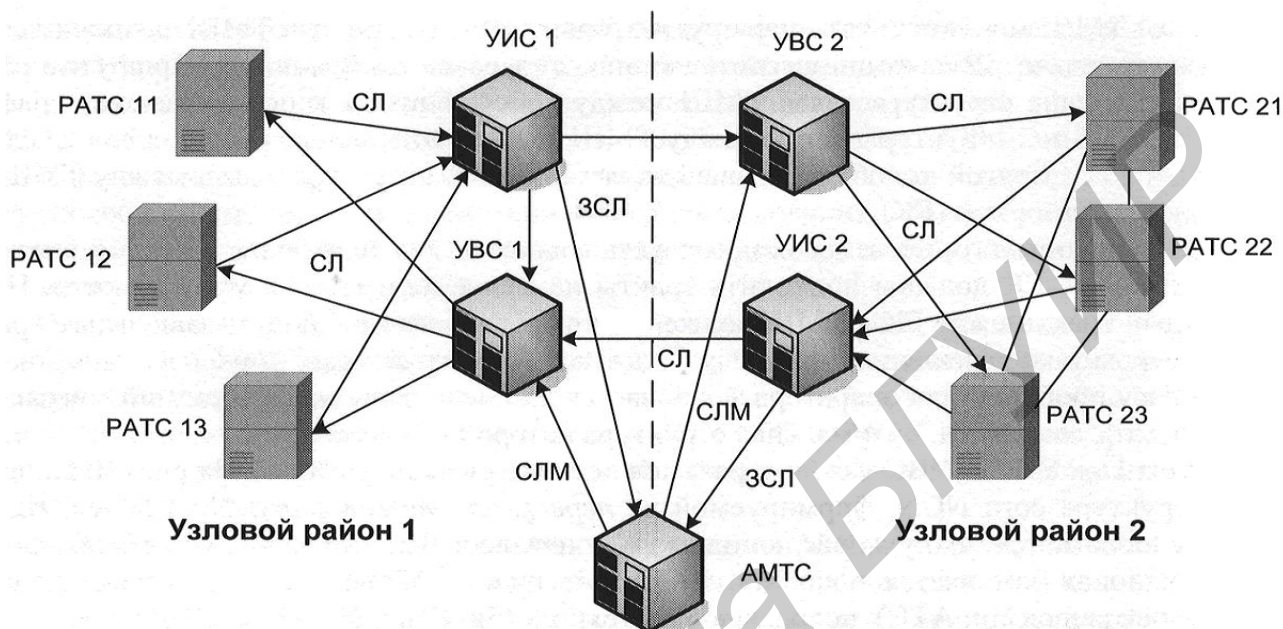


Рис. 3.10. Модель фрагмента ГТС с УИС и УВС

Вариант создания NGN, похожий на идею построения выделенной сети, представлен на рис. 3.11. Безусловно, данный вариант возможен при условии, что создана сеть IP с поддержкой показателей QoS. Для примера изображены две РАТС, для которых обслуживание определенной группы пользователей целесообразно перевести на технологию коммутации пакетов. В помещении каждой РАТС устанавливается абонентский медиа-шлюз, назначение которого состоит в подключении терминального оборудования пользователей, заинтересованных в услугах на базе технологии пакетной коммутации. Решение похоже на апробированную практику установки мультимедийных мультиплексов/демультимплексов DSLAM для организации высокоскоростного доступа с помощью оборудования ADSL. Не исключено, что при реализации варианта III замена значительной части РАТС (в частности, достаточно новых цифровых РАТС) может стать задачей на перспективу. Это утверждение объясняется тем, что терминалы всех абонентов, заинтересованных в новых видах инфокоммуникационных услуг, могут быть переключены в АМШ, которые предназначены для поддержки обслуживания услуг класса Triple Play.

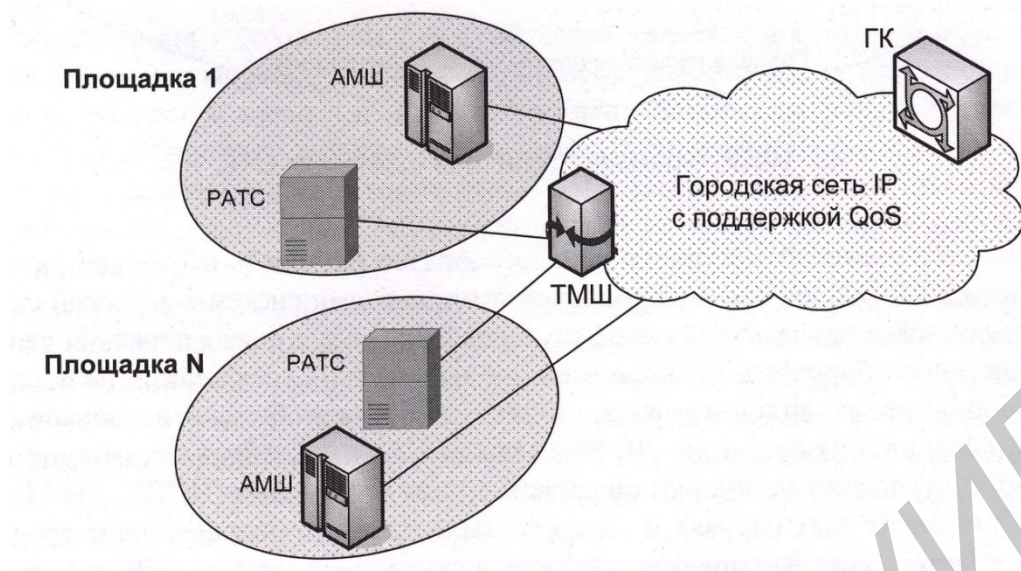


Рис. 3.11. Миграция ГТС с УИС и УВС к NGN (вариант III)

4. РАСЧЕТ ЧИСЛА ПЕРВИЧНЫХ ПОТОКОВ Е1 МЕЖСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ

Исходными данными проектирования являются:

- структурная схема проектируемой сети;
- емкость станций, узлов коммутации;
- тип оборудования, сигнализаций;
- численность населения проектируемого города;
- структурный состав абонентов в процентном соотношении от емкости станций;
- процентное соотношение количества абонентов сотовой связи от численности жителей города;
- нагрузка на ТФОП от абонентов сотовой подвижной связи (в процентном соотношении);
- значение удельных нагрузок для различных категорий источников вызова.

Основной параметр, который определяет объем всех видов оборудования, в том числе и количества межстанционных соединительных линий, является интенсивность нагрузки. Поэтому расчет возникающей местной нагрузки, исходящей, входящей и распределение их по направлениям связи является первоочередной задачей проектирования.

4.1. Расчет возникающей местной нагрузки

Возникающую нагрузку создают вызовы (заявки на обслуживание), поступающие от абонентов (источников нагрузки) и занимающие на время об-

служивания вызова различные устройства станции и соединительные линии между ними.

Согласно нормам технологического проектирования (НТП 112.2000) следует различать четыре категории (сектора) источников нагрузки:

- народнохозяйственный сектор;
- квартирный сектор;
- таксофоны;
- учрежденческие (ведомственные) станции (УАТС).

Интенсивность возникающей местной нагрузки на станцию определяется формулой

$$Y_{\text{возн}} = \sum_{i=1}^4 \frac{N_i \cdot C_i \cdot t_i}{3600}, \quad (4.1)$$

где N_i – количество абонентов i категории;

C_i – среднее число вызовов в час наибольшей нагрузки (ЧНН) от одного источника i категории;

t_i – средняя продолжительность одного занятия от абонента i категории, с;

i – категория абонента.

Средняя продолжительность одного занятия от абонента i категории определяется по формуле

$$t_i = a_i \cdot P_p (t_{\text{с.о}} + n \cdot t_{\text{н}} + t_{\text{у}} + t_{\text{п.в}} + T_i), \quad (4.2)$$

где a_i – коэффициент, учитывающий непроизводительное занятие оборудования;

P_p – доля вызовов, закончившихся разговором; $P_p = 0,5 - 0,65$;

$t_{\text{с.о}}$ – время слушания сигнала ОС;

$t_{\text{н}}$ – время набора цифр номера, с;

n – число набираемых цифр номера;

$t_{\text{у}}$ – время установления соединения;

$t_{\text{п.в}}$ – время слушания сигнала контроля посылки вызова (КПВ);

T_i – средняя продолжительность разговора одного источника вызова (абонента) i категории в ЧНН.

Параметры C_i , T_i , P_p определяются статистическими данными на действующих станциях ГТС и приведены в табл. 4.1. Среднее значение остальных параметров следующее:

$$t_{\text{с.о}} = 3 \text{ с};$$

$$t_{\text{н}}: \text{ для ТА с импульсным набором номера } t_{\text{н}} = 1,5 \text{ с},$$

$$\text{ для ТА с тональным набором номера } t_{\text{н}} = 0,8 \text{ с};$$

$$t_{\text{у}} = 1,5 \text{ с};$$

$$t_{\text{п.в}} = 7 - 8 \text{ с}.$$

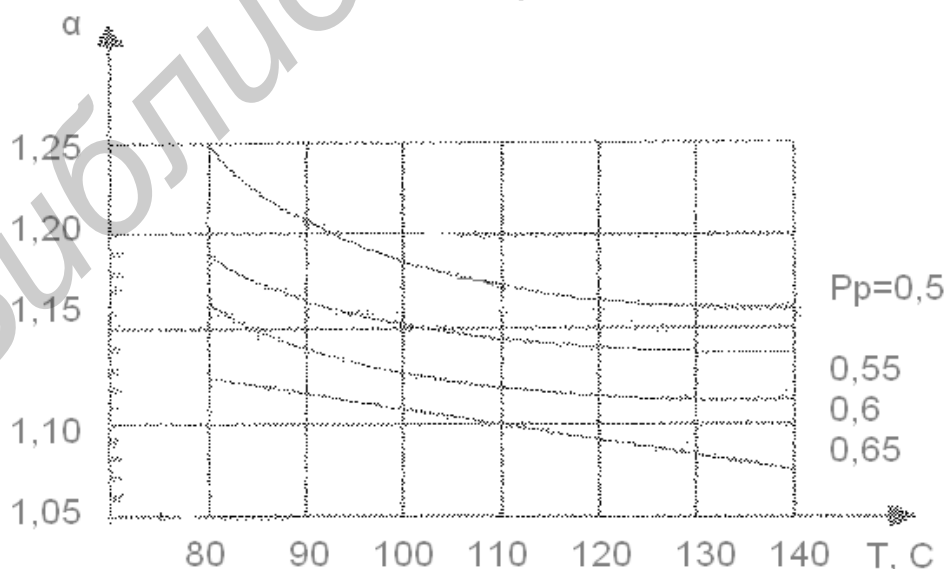
Таблица 4.1

Среднее значение основных параметров нагрузки

Количество жителей населенного пункта	Категории источников					
	Квартирный сектор		Народно- хозяйственный сектор		Таксофоны	
	$C_{кв}$	$T_{кв}, с$	$C_{н/х}$	$T_{н/х}, с$	C_t	$T_t, с$
При числе абонентов квар- тирного сектора до 65 %.						
До 20 тыс. человек	0,9	100	3,1	80	6	110
От 20 до 100 тыс. чел.	1,1	110	3,5	85	8	110
От 100 до 500 тыс. чел.	1,1	110	3,6	85	10	110
Свыше 500 тыс. чел.	1,1	110	4,0	85	10	110
При числе абонентов квар- тирного сектора свыше 65 %.						
От 20 до 100 тыс. чел.	1,2	140	2,4	90	8	110
От 100 до 500 тыс. чел.	1,2	140	2,7	90	10	110
Свыше 500 тыс. чел.	1,2	140	3,3	90	10	110

Примечание. В табл. 4.1 не учитывается нагрузка к/от АМТС.

Коэффициент a_i учитывает продолжительность занятия оборудования станции вызовами, не заканчивающиеся разговором, т. е. в случае занятости вызываемого абонента, либо его неответа; отсутствия свободных СЛ между станциями; ошибка при установлении соединения; неисправности оборудования и т. д. Величина a_i зависит от средней длительности разговора T_i и доли вызовов, заканчивающихся разговором P_p и определяется по графику (рис. 4.1).

Рис. 4.1. График значений коэффициента a_i

Таким образом, возникающая местная нагрузка от источников вызова различных категорий, включаемых в j станцию, определяется по формуле

$$Y_{\text{возн } j} = Y_{\text{кв } j} + Y_{\text{н/х } j} + Y_{\text{такс } j} + Y_{\text{УАТС } j}, \quad (4.3)$$

где $Y_{\text{кв } j} = \frac{N_{\text{кв}} \cdot C_{\text{кв}} \cdot t_{\text{кв}}}{3600}$.

Если заданы удельные нагрузки от одного абонента различных категорий, то существует другой способ определения возникающей местной нагрузки, а именно

$$Y_{\text{возн } j} = \sum_{i=1}^4 a_i \cdot P_p \cdot (y_i \cdot N_i), \quad (4.4)$$

где a_i – коэффициент, учитывающий непроизводительное занятие оборудования, находится из рис. 4.1;

P_p – доля вызовов, закончившихся разговором;

y_i – удельная нагрузка от абонента i категории;

N_i – количество абонентов i категории.

Производятся расчеты возникающей нагрузки для каждой станции сети

$Y_{\text{возн } j}$ и определяется суммарная возникающая местная нагрузка сети $\sum_{n=1}^K Y_{\text{возн } j}$,

где K – количество станций на сети.

4.2. Расчет нагрузки к узлу спецслужб УСС

К узлу спецслужб обычно направляется 3 – 5 % от возникающей нагрузки каждой станции сети и нагрузка к УСС рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{УСС}} = Y_{\text{вых КП } j} \cdot K_{\text{УСС } j}, \quad (4.5)$$

где $K_{\text{УСС } j}$ – доля нагрузки направленная к УСС, обычно 3 – 5 %;

$Y_{\text{вых КП } j}$ – нагрузка, возникающая на выходе коммутационного поля (КП), определяется по формуле

$$Y_{\text{вых КП } j} = Y_{\text{возн } j} \cdot \Phi_k, \quad (4.6)$$

где Φ_k – коэффициент, учитывающий снижение нагрузки на выходе КП, определяется из НТП 112.2000:

при 5-значной нумерации ГТС $\Phi_k = 0,89$;

при 6-значной нумерации ГТС $\Phi_k = 0,88$;

при 7-значной нумерации ГТС $\Phi_k = 0,87$.

Расчеты производятся для каждой станции сети.

4.3. Расчет нагрузки на ГТС от абонентов сотовой подвижной связи (СПС)

Количество сотовых аппаратов, действующих на территории города, определяется по формуле

$$N_{\text{СПС}} = \frac{N_{\text{НАС}} \cdot \%_{\text{СПС}}}{100 \%}, \quad (4.7)$$

где $N_{\text{НАС}}$ – численность населения города;

$\%_{\text{СПС}}$ – процентное соотношение количества абонентов СПС от числа жителей города.

Интенсивность нагрузки, создаваемая абонентами сотовой подвижной связи рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{СПС}} = y_{\text{СПС}} \cdot N_{\text{СПС}}, \quad (4.8)$$

где $Y_{\text{СПС}}$ – удельная нагрузка абонента сотовой связи.

Интенсивность нагрузки от абонентов СПС на сеть ТФОП рассчитывается по формуле

$$y_{\text{СПС-ТФОП}} = \frac{Y_{\text{СПС}} \cdot \%_{\text{СПС-ТФОП}}}{100\%}, \quad (4.9)$$

где $\%_{\text{СПС-ТФОП}}$ – процентное соотношение числа абонентов СПС от общего их числа, создающих нагрузку на ТФОП.

Исходящая нагрузка от абонентов ТФОП к абонентам СПС равна входящей нагрузке от абонентов СПС к абонентам ТФОП, тогда

$$Y_{\text{ИСХ-СПС}} = Y_{\text{СПС-ВХ}} = \frac{Y_{\text{СПС-ТФОП}}}{2}. \quad (4.10)$$

Данная нагрузка распределяется между всеми станциями сети пропорционально возникающей нагрузке станции и тогда интенсивность нагрузки к каждой j станции от сети СП будет

$$y_{j\text{-СПС}} = Y_{\text{СПС-}j} = \frac{Y_{\text{ВОЗН } j} \cdot Y_{\text{ВХ-СПС}}}{\sum_{n=1}^K Y_{\text{ВОЗН } n}}, \quad (4.11)$$

где $Y_{\text{ВОЗН } j}$ – возникающая местная нагрузка j сети, рассчитанная по формуле (4.1) или (4.4);

$\sum_{n=1}^K Y_{\text{ВОЗН } n}$ – суммарная возникающая местная нагрузка сети с K станциями, рассчитанная в подразд. 4.1.

4.4. Расчет внутростанционной и межстанционных нагрузок

Возникающая местная нагрузка от абонентов j станции, поступающая на вход КП, распределяется по станциям сети, к узлу спецслужб и часть нагрузки

замыкается внутри самой j станции, создавая тем самым внутростанционную нагрузку.

Распределение нагрузки по станциям носит случайный характер, поэтому точное определение межстанционных потоков невозможно. Это можно сделать лишь после введения станции в эксплуатацию путем анализа проведенных измерений.

Известно, что на распределение исходящих потоков нагрузки по направлениям оказывают влияние много факторов: величины возникающих нагрузок, создаваемые абонентами станций, расстояние между станциями, удельный вес и взаимоотношения административных, промышленных, ведомственных и других организаций города и др. Из всех факторов в рассматриваемом способе в качестве основного фактора принята возникающая нагрузка j станции и суммарная нагрузка сети.

Согласно данному способу сначала находится нагрузка, подлежащая распределению между станциями сети, т.е. исходящая нагрузка j станции:

$$Y_{\text{ИСХ } j} = Y_{\text{вых-КП } j} - Y_{j\text{-УСС}} - Y_{jj}, \quad (4.12)$$

где $Y_{\text{вых-КП } j}$ – нагрузка на выходе КП j станции, определяется по формуле (4.6);

$Y_{j\text{-УСС}}$ – нагрузка от j станции к УСС, определяется по формуле (4.5);

Y_{jj} – внутростанционная нагрузка j станции.

Внутростанционная нагрузка Y_{jj} определяется по формуле

$$Y_{jj} = \frac{(Y_{\text{вых-КП } j} - Y_{j\text{-УСС}}) \cdot K_{\text{вн.сооб } j}}{100 \%}, \quad (4.13)$$

где $Y_{\text{вых-КП } j}$ – нагрузка на выходе КП j станции, определяется по формуле (4.6);

$Y_{j\text{-УСС}}$ – нагрузка от j станции к УСС, определяется по формуле (4.5);

$K_{\text{вн.сооб } j}$ – коэффициент внутростанционного сообщения, определяющий долю нагрузки, замыкающейся внутри j станции, и определяется в зависимости от коэффициента веса $K_{\text{в}}$.

Коэффициент веса $K_{\text{в}}$ определяет соотношение возникающей местной нагрузки j станции к суммарной возникающей нагрузке сети, т. е.

$$K_{\text{в } j} = \frac{Y_{\text{возн } j}}{\sum_{n=1}^K Y_{\text{возн } n}} \cdot 100\%, \quad (4.14)$$

где $Y_{\text{возн } j}$ – возникающая нагрузка j станции;

$\sum_{n=1}^K Y_{\text{возн } n}$ – суммарная нагрузка сети.

В табл. 4.2 приведены соотношения между коэффициентом веса $K_{\text{в}}$ и коэффициентом внутростанционного сообщения $K_{\text{вн.сооб}}$.

Таблица 4.2

Соотношение между коэффициентом веса K_B и коэффициентом внутри-станционного сообщения $K_{B, \text{в.н. сооб}}$

K_B %	$K_{B, \text{в.н. сооб}}$ %	K_B %	$K_{B, \text{в.н. сооб}}$ %	K_B %	$K_{B, \text{в.н. сооб}}$ %
0,5	16,0	8,0	24,2	35,0	50,4
1,0	18,0	8,5	25,1	40,0	54,5
1,5	18,7	9,0	25,8	45,0	58,2
2,0	19,0	9,5	26,4	50,0	61,8
2,5	19,2	10,0	27,4	55,0	66,6
3,0	19,4	10,5	27,6	60,0	69,4
3,5	19,7	11,0	28,6	65,0	72,8
4,0	20,0	12,0	30,0	70,0	76,4
4,5	20,2	13,0	31,5	75,0	80,4
5,0	20,4	14,0	32,9	80,0	81,3
5,5	20,7	15,0	33,3	85,0	88,1
6,0	21,0	20,0	38,5	90,0	92,2
6,5	21,7	25,0	42,4	95,0	95,1
7,0	22,6	30,0	46,0	100	100
7,5	23,5				

Таким образом рассчитывается исходящая нагрузка для каждой станции сети и определяется суммарная исходящая нагрузка сети:

$$Y_{\text{исх}} = \sum_{n=1}^K Y_{\text{исх } n}, \quad (4.15)$$

где K – количество станций на сети.

Нагрузка на входе КП j станции, которая будет распределена по направлению к другим станциям сети – это $Y_{\text{исх } j}$, она распределяется пропорционально доле исходящих потоков станций в их общем исходящем сообщении сети.

Таким образом, величина нагрузки между станциями j и l или величина исходящей нагрузки, направляемая от станции j к станции l , определяется по формуле

$$Y_{j-l} = \frac{Y_{\text{исх } j} \cdot Y_{\text{исх } l}}{\left(\sum_{n=1}^K Y_{\text{исх } n}\right) - Y_{\text{исх } j}}, \quad (4.16)$$

где $Y_{\text{исх } j}$, $Y_{\text{исх } l}$ – исходящие нагрузки на входе КП станций j и станций l , соответственно определены по формуле (4.12).

Входящая нагрузка от l станции к j станции

$$Y_{l-j} = \frac{Y_{\text{исх } l} \cdot Y_{\text{исх } j}}{\left(\sum_{n=1}^K Y_{\text{исх } n}\right) - Y_{\text{исх } l}}, \quad (4.17)$$

4.5. Расчет междугородной нагрузки

Междугородная исходящая нагрузка, т. е. нагрузка на заказно-соединительные линии (ЗСЛ) от одного абонента равна $y_{зсл}=0,002$ Эрл (определяется из НТП, по данным измерений для каждого города индивидуально).

Связь абонентов ТФОП с абонентами сотовой подвижной связи СПС осуществляется через АМТС. Поэтому нагрузка междугородная исходящая на ЗСЛ j станции будет

$$Y_{зслj} = y_{зсл} (\sum (N_{кв} + N_{н/х})) + Y_{j-СПС}, \quad (4.18)$$

где $y_{зсл}$ – удельная нагрузка на ЗСЛ от одного источника вызова.

Входящая междугородная нагрузка, т. е. нагрузка на соединительные линии междугородные СЛМ вычисляется по формуле

$$Y_{слм} = y_{слм} (\sum (N_{кв} + N_{н/х})) + Y_{СПС-j}, \quad (4.19)$$

где $y_{слм}$ – удельная нагрузка, поступающая от АМТС.

$y_{слм}$ определяется из НТП аналогично $y_{зсл}$, можно считать $y_{зсл} = 0,0015$ Эрл.

4.6. Расчет числа соединительных линий межстанционной связи

При расчете числа соединительных линий необходимо учитывать:

- тип коммутационного оборудования;
- тип системы сигнализации;
- качество обслуживания вызовов.

Будем считать, что системы коммутации – цифровые, система сигнализации – ОКС № 7, используются линии одностороннего действия.

Тип системы коммутации влияет на метод определения числа СЛ, так как у цифровых АТС (АТСЭ) коммутационное поле полностью, число СЛ определяется по первой формуле Эрланга:

$$P_B = \frac{Y^v}{\sum_{k=1}^v \frac{Y^k}{k!}}, \quad (4.20)$$

где P_B – вероятность потерь по времени, т. е. доля времени, когда все линии заняты;

v – количество линий;

Y – расчетная интенсивность нагрузки.

При числе линий $v > 250$ число СЛ в направлении следует определять методом интерполяции.

Для количественной оценки качества обслуживания систем с явными потерями, а цифровые системы коммутации относятся к ним, используется вероятность потерь по времени. Допустимые нормы потерь по направлениям следующие:

- при связи РАТС между собой $P = 0,005$;

- при связи РАТС с УСС $P = 0,001$;
- при связи РАТС с АМТС $P = 0,001$.

Значения первой формулы Эрланга табулированы, поэтому, зная допустимую вероятность потерь и рассчитав интенсивность нагрузки, можно легко определить количество линий в направлении. Но, при расчете емкости пучков соединительных линий используется, так называемое, расчетное значение нагрузок, которые учитывают нестационарность потока в часы наибольшей нагрузки (ЧНН) отдельных дней и в пределах фиксированного ЧНН.

Ранее были приведены все формулы среднего значения нагрузок в ЧНН – $\bar{Y}_{\text{ЧНН}}$. Для перевода средних значений нагрузок в расчетные используется формула

$$Y_{\text{расч}} = \bar{Y}_{\text{ЧНН}} + 0,6742 \sqrt{\bar{Y}_{\text{ЧНН}}} \quad (4.21)$$

или

$$Y_{\text{расч}} = 1,06 \bar{Y}_{\text{ЧНН}} + 0,27 \sqrt{\bar{Y}_{\text{ЧНН}}} \quad (4.22)$$

По данным матрицы нагрузок определяются расчетные значения нагрузок, а по первой формуле Эрланга – количество линий v в направлениях и составляется матрица соединительных линий межстанционной связи.

Расчет числа первичных потоков $E1$ (трактов ИКМ) для линий одностороннего действия выполняется по формуле

$$N_{E1} = \left\lceil \frac{v}{30} \right\rceil, \quad (4.23)$$

где $\lceil X \rceil$ – округление до большего целого части;

v – число линий;

N_{E1} – число первичных потоков $E1$.

Для линий двустороннего действия используется формула

$$N_{E1} = \left\lceil \frac{v}{31} \right\rceil. \quad (4.24)$$

Результаты расчетов свести в таблицу.

5. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ NGN

В данном разделе рассматриваются принципы расчета оборудования инфраструктуры NGN для различных сценариев применения:

- расчет транспортного ресурса сети передачи данных пакетной коммутации для абонентов широкополосного доступа (ШПД);
- проектирование мультисервисного абонентского концентратора (МАК);
- проектирование распределенного транзитного коммутатора сети.

5.1. Расчет транспортного ресурса пакетной сети для абонентов ШПД

Исходными данными проектирования являются:

- количество пользователей ШПД;
- процентное соотношение количества абонентов от числа абонентов ШПД, пользующихся услугой IPTV;
- количество пользователей услугой IP-телефонии (% соотношение от числа пользователей ШПД);
- количество каналов стандартного и высокого разрешения для услуги IPTV.

По рекомендации МСЭТ под широкополосным доступом (ШПД) понимается подключение абонентов к сети оператора электросвязи со скоростью не ниже 512 кбит/с.

Для проектирования сети передачи данных (ПД) необходимо учитывать следующие виды трафика:

- передача данных в Интернет абонентами ШПД;
- трафик от услуг IP-телефонии (VoIP);
- трафик по предоставлению услуг IPTV.

5.1.1. Расчет Интернет-трафика

Наиболее популярным широкополосным доступом в Интернет является нелимитируемый со скоростью 512 кбит/с, к 2015 г. скорость передачи данных должна быть 2 Мбит/с.

При расчете сети ПД считается, что входящая скорость абонентов ШПД составляет 2 Мбит/с, а исходящая – 1 Мбит/с.

Анализ пользовательского трафика данных показывает, что скорость информационных потоков непостоянна, она имеет пульсирующий характер. Коэффициент пульсаций трафика пользователя определяется отношением пиковой скорости к средней.

Объем Интернет-трафика рассчитывается по формуле

$$V_{\text{инт}} = \frac{\%_{\text{шпд}} \cdot N_{\text{жит}} \cdot v_{\text{пд}}}{P}, \quad (5.1)$$

где $\%_{\text{шпд}}$ – процентное соотношение абонентов ШПД в зависимости от количества жителей города;

$N_{\text{жит}}$ – количество жителей города;

$v_{\text{пд}}$ – скорость передачи данных в каждом из направлений;

P – коэффициент пачечности, для видеотелефонии $P = 5$, для поиска видео $P = 18$, для поиска документов $P = 5 \dots 50$.

5.1.2. Расчет трафика по предоставлению услуг IPTV

Услуга IPTV пока еще не является массовой услугой. Пользователи отдают предпочтение более дешевому кабельному телевидению. Однако преимущества IPTV-интерактивности, дополнительные сервисы и уменьшение цены приведут к тому, что IPTV займет значительную часть рынка. По прогнозам, услугой IPTV будут пользоваться около 30 % абонентов ШПД. Количество абонентов IPTV будет

$$N_{\text{IPTV}} = 0,3 N_{\text{ШПД}} . \quad (5.2)$$

Для передачи видеосигнала стандартного разрешения необходима пропускная способность 4, 6, 8 Мбит/с, а для вещания каналов высокого качества (HDTV) – 25 Мбит/с. Объем данных IPTV рассчитывается по формуле

$$V_{\text{IPTV}} = N_{\text{СТ}} \cdot v_{\text{СТ}} + N_{\text{HDTV}} \cdot v_{\text{HDTV}} , \quad (5.3)$$

где $N_{\text{СТ}}$ – количество каналов стандартного разрешения;

$v_{\text{СТ}}$ – скорость передачи видеосигнала канала стандартного разрешения;

N_{HDTV} – количество каналов высокого разрешения;

v_{HDTV} – скорость передачи видеосигнала канала высокого разрешения.

Услуга IPTV является интерактивной и предполагает наличие сопутствующей услуги «Видео по запросу» (VoD), которая осуществляет передачу видеосигнала от центра обработки данных (ЦОД) к абоненту, что создает дополнительную нагрузку на сеть передачи данных.

По статистическим данным в час наибольшей нагрузки услугой VoD одновременно пользуются 5 % абонентов от числа абонентов IPTV.

Объем трафика по предоставлению услуги «Видео по запросу» определяется по формуле

$$V_{\text{VoD}} = 0,05 \cdot N_{\text{IPTV}} \cdot V_{\text{СТ}} , \quad (5.4)$$

где N_{IPTV} – количество абонентов IPTV;

$V_{\text{СТ}}$ – пропускная способность одного стандартного канала IPTV, составляет 4, 6, 8 Мбит/с.

5.1.3. Расчет трафика услуг IP-телефонии

При расчете полосы пропускания, требуемой для передачи трафика IP-телефонии следует учитывать вид кодека, количество служебной информации, содержащейся в заголовках протокольных единиц данных (PDU), трафик RTSP, применение технологии sRTP, применение технологии подавления пауз.

Кодек выполняет функцию преобразования аналоговой формы речевого сигнала в цифровую форму. Лучшим качеством кодирования голоса обладает кодек G.711, он является обязательным для реализации на любом устройстве IP-телефонии.

Технология rTP, применяемая в каналах, организованных по принципу точка-точка, позволяет сжимать заголовок IP-пакета с 40 до 2 или 4 байт.

Эффективного использования ресурса можно добиться с помощью технологии подавления пауз, что позволит уменьшить трафик в среднем на 50 %.

В результате скорость передачи данных на выходе кодера составляет 64 кбит/с, а скорость передачи данных на выходе кодера с учетом служебной информации в заголовках PDU (Protocol Data Unit) и применения протокола RTCP (Real-Time Control Protocol) – 100,88 кбит/с.

Общая нагрузка, создаваемая IP-телефонией, будет определяться количеством абонентов и удельной нагрузкой от абонента:

$$Y_{\text{VoIP}} = N_{\text{аб}} \cdot y_{\text{аб}}, \quad (5.5)$$

где $N_{\text{аб}}$ – число пользователей IP-телефонии (все абоненты ШПД в Интернет);

$y_{\text{аб}}$ – удельная нагрузка от одного абонента составляет 0,15 Эрл в ЧНН.

Расчетная нагрузка учитывает колебания трафика в ЧНН, определяется по формуле

$$Y_p = Y_{\text{IP}} + 0,6742\sqrt{Y_{\text{IP}}}. \quad (5.6)$$

По таблице первой формулы Эрланга определяется количество каналов IP-телефонии для обслуживания создаваемой абонентами нагрузки при потерях $P = 0,1\%$ или $P = 0,001$.

Далее определяется необходимая пропускная способность сети для услуги IP-телефонии по формуле

$$V_{\text{VoIP}} = \frac{V_{\text{ИК}} \cdot k}{P_{\text{рез}}}, \quad (5.7)$$

где $V_{\text{ИК}}$ – пропускная способность на один канал IP-телефонии в зависимости от используемого кодека;

k – количество каналов;

$P_{\text{рез}}$ – коэффициент резервирования полосы пропускания, $P_{\text{рез}} = 0,7$.

5.1.4. Расчет сигнального трафика услуг ШПД

Для установления мультисервисных вызовов через сеть IP используется протокол SIP (Session Initiation Protocol). Протокол инициирования сеансов связи SIP представляет собой протокол сигнализации для установления, модифицирования (например, приглашение других пользователей к уже существующему сеансу связи) и разрушения речевых и мультимедийных соединений в сессиях IP-телефонии (VoIP) и мультимедийной конференц-связи. Мультимедийные сессии включают в себя передачу мультимедийной информации любого типа: речи, видео, данные, а также их комбинации, дистанционное обучение, мультимедийные конференции и др.

Протокол SIP используется не только для установления мультимедийных сессий, но и для других услуг – транспортировки текущих состояний, уведомления о присутствии (регистрация) и др.

Поэтому сигнальный трафик протокола SIP будет складываться из трафика сессий и трафика регистраций.

На рис. 5.1 показан фрагмент сети VoIP, использующий ШПД с технологией xDSL.

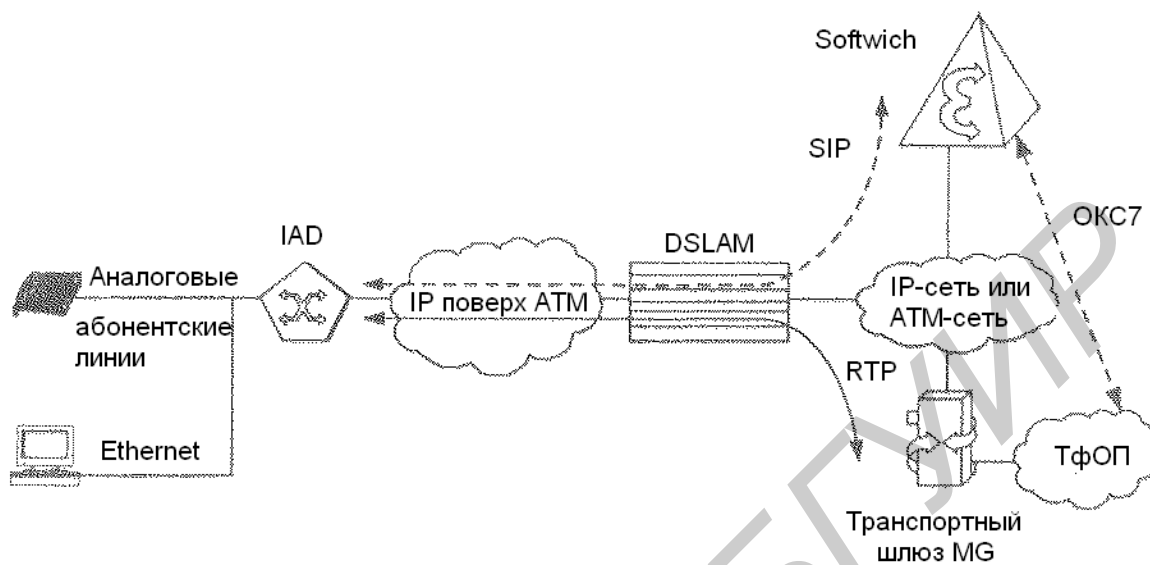


Рис. 5.1. Архитектура NGN с IAD и DSLAM

Оконечное устройство подключается к интегрированному устройству доступа (IAD – Integrated Access Devices), которое обрабатывает и передает абонентскую сигнализацию пользователя к мультиплексу доступа DSLAM. Взаимодействие DSLAM и контроллера пограничных сессий SBC происходит по протоколу SIP. SBC устанавливается на границе сетей IP и контроллер выполняет задачи межсетевое взаимодействия, безопасности, надежности и качества обслуживания трафика реального времени. SBC выполняет функцию сопряжения, восстановления сигнальных протоколов.

При взаимодействии SBC с ядром NGN используется протокол SIP.

Расчет сигнального трафика необходимо производить для интерфейсов DSLAM – SBC и SBC – ядро NGN.

Сигнальный трафик сессий рассчитывается по формуле

$$V_{\text{сес}} = \frac{N_{\text{аб}} \cdot \text{BHSA} \cdot N_{\text{сооб}} \cdot L_{\text{сооб}} \cdot 8}{T \cdot K_{\text{упл}} \cdot K_{\text{изб}}}, \quad (5.8)$$

где $N_{\text{аб}}$ – количество абонентов ШПД;

BHSA (Busy Hour Session) – количество попыток установления соединений в ЧНН, BHSA = 6 попыток;

$N_{\text{сооб}}$ – количество сообщений в сессии, $N_{\text{SIP}} = 14$;

$L_{\text{сооб}}$ – длина сообщений, $L_{\text{SIP}} = 1000$ байт;

T – 3600 с (1 час ЧНН);

$K_{\text{упл}}$ – коэффициент, отражающий неоднородность длины сообщений в SIP-сессиях, $K_{\text{упл}} = 1,6$;

$K_{изб}$ – коэффициент резервирования полосы пропускания, $K_{изб} = 0,7$.

При расчете сигнального трафика управления речевыми сессиями используется показатель количества попыток соединений в ЧНН ВНСА, который определяется из расчета, что удельная нагрузка на одного абонента составляет $y_{аб} = 0,15$ Эрл, а средняя продолжительность одного соединения $t_{соед} = 90$ с, тогда

$$ВНСА = \frac{y_{аб} \cdot T}{t_{соед}} = \frac{0,15 \cdot 3600}{90} = 6 \text{ (попыток)}.$$

Сигнальный трафик регистраций протокола SIP рассчитывается по формуле

$$V_{рег} = \frac{N_{аб} \cdot N_{рег} \cdot N_{сооб} \cdot L_{сооб} \cdot 8}{T \cdot K_{упл} \cdot K_{изб}}, \quad (5.9)$$

где $N_{рег}$ – количество регистраций на одного абонента в час;

$N_{аб}$ – количество абонентов ШПД;

$N_{сооб}$, $L_{сооб}$ – количество и длина сообщений SIP;

$K_{упл}$ – коэффициент, отражающий неоднородность длины сообщений SIP,

$$K_{упл} = 1,6;$$

$K_{изб}$ – коэффициент резервирования полосы пропускания, $K_{изб} = 0,7$.

При расчете сигнального трафика используются следующие показатели количества регистраций $N_{рег}$ и числа сообщений протокола SIP – $N_{сооб}$:

– в среднем на одного абонента приходится 0,2 первоначальных регистраций в сети в час (эти регистрации выполняются с обращением в ядро NGN и состоят из $N_{SIP} = 4$ сообщений SIP протокола на интерфейсах ядро NGN – SBC и SBC – DSLAM);

– для каждого абонента SBC настраивается перерегистрация в ядре NGN один раз в час (эта перерегистрация выполняется с обращением в ядро NGN и состоит из $N_{SIP} = 2$ сообщений SIP протокола на интерфейсах ядро NGN – SBC и SBC – DSLAM);

– для каждого абонента SBC настраивается перерегистрация в SBC каждые 3 минуты (20 раз в час) для быстрого детектирования сбоя SBC (эти регистрации выполняются без обращения в ядро NGN и состоят из $N_{SIP} = 2$ сообщения SIP-протокола на интерфейсе DSLAM – SBC).

Суммарный сигнальный трафик определяется из трафика сессий и регистраций:

$$V_{сигн} = V_{сес} + V_{рег}. \quad (5.10)$$

5.1.5. Расчет суммарного трафика услуг ШПД

Трафик VoD и IPTV будем считать входящим, а трафики IP-телефонии (VoIP) и Интернет-трафик дуплексным.

Суммарный входящий трафик рассчитывается по формуле

$$V_{\text{вх}} = V_{\text{инт(вх)}} + V_{\text{VoIP}} + V_{\text{IPTV}} + V_{\text{VoD}} + V_{\text{сигн}} . \quad (5.11)$$

Суммарный исходящий трафик услуг ШПД

$$V_{\text{исх}} = V_{\text{инт(исх)}} + V_{\text{VoIP}} + V_{\text{сигн}} . \quad (5.12)$$

5.2. Проектирование мультисервисного абонентского концентратора (МАК)

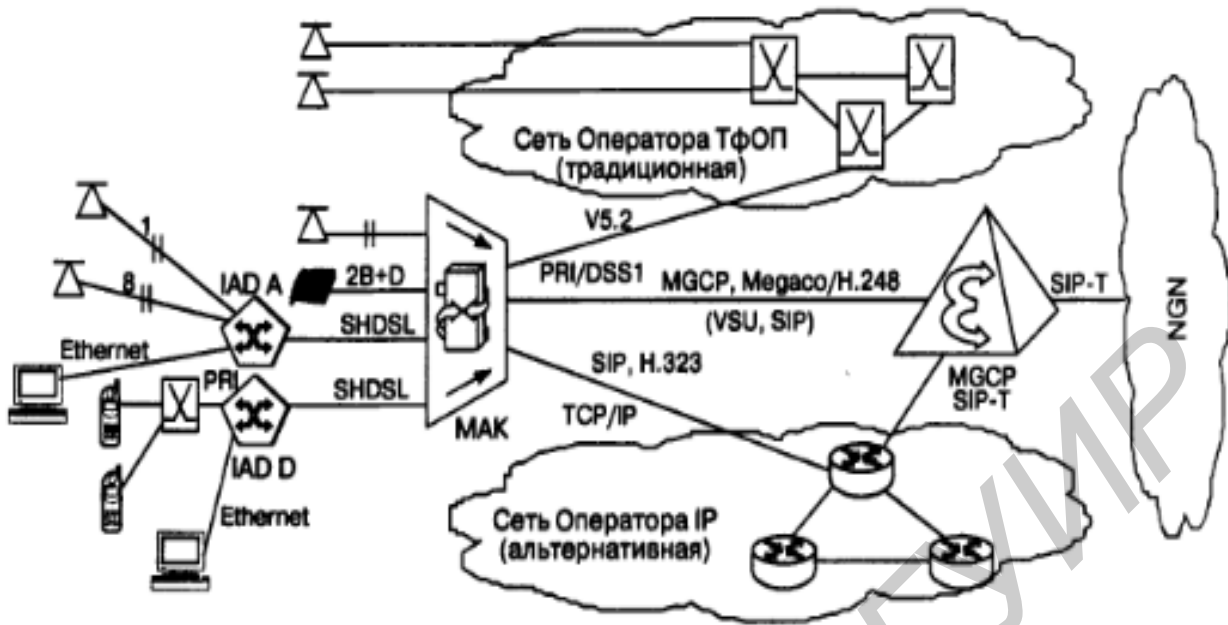
Оконечными абонентами ТФОП являются:

- абоненты, имеющие доступ по аналоговой АЛ;
- абоненты, имеющие базовый доступ (BRA) ISDN;
- УАТС, подключаемые с использованием первичного доступа (PRA) ISDN;
- абоненты, использующие терминалы, предназначенные для работы в пакетных сетях (SIP, H.323 – терминалы).

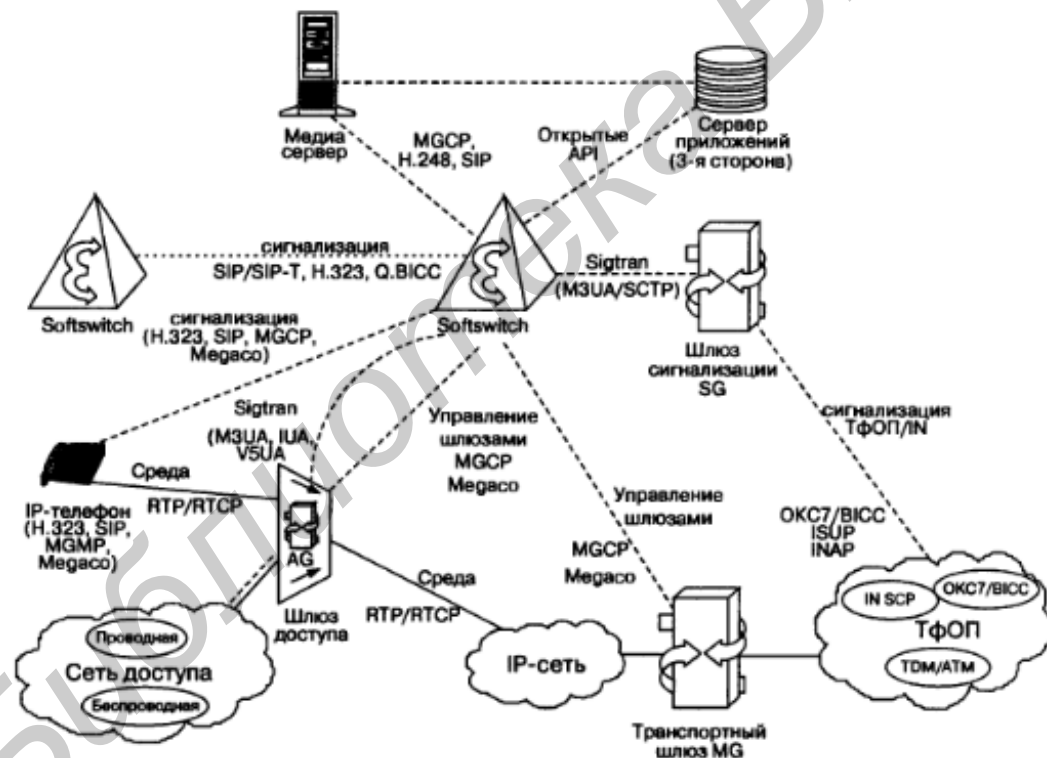
Решение задачи подключения, т. е. развитие сети ТФОП, или переключение конечных пользователей в рамках технологии NGN связано с внедрением оборудования ядра NGN (это может быть Softswitch, гибкий коммутатор, ядро IMS, CSCF и т. д.) и оборудования абонентских шлюзов доступа (мультисервисный абонентский концентратор, МАК, MSAN, AGW, AG и т. д.). При этом аналоговые абоненты и абоненты базового доступа BRA, IP-УАТС, УПАТС, абонентские выносы подключаются к пакетной сети через оборудование абонентских шлюзов доступа AGW (Access Gateway).

В абонентском шлюзе доступа AGW реализованы функции транспортного шлюза (MG – media gateway) и сигнального шлюза (SG – signaling gateway). Поэтому в шлюзе должен быть предусмотрен транспортный ресурс для обмена сообщениями протокола сигнализации связанными с обслуживанием вызова с ядром NGN и протокола MGCP (либо H.248) с контроллером управления шлюзом AGCF.

Схемы организации абонентских подключений к МАК и взаимодействия с ТФОП представлены на рис. 5.2.



а



б

Рис. 5.2. Схема организации абонентских подключений к МАК и взаимодействия с ТФОП:

а – мультисервисный абонентский доступ; б – пример архитектуры NGN

Исходными данными проектирования являются:

- количество источников нагрузки различных типов;
- удельные нагрузки источников вызова;
- удельные параметры передачи терминального оборудования пакетных сетей;
- тип кодеков в оборудовании шлюзов.

Задача проектирования:

- определение числа шлюзов и емкостных показателей подключения;
- определение транспортного ресурса подключения шлюза доступа к пакетной сети;
- определение количества и типов интерфейса подключения оборудования шлюза к пакетной сети;
- расчет параметров ядра NGN.

5.2.1. Расчет оборудования шлюзов

5.2.1.1. Число шлюзов определяется исходя из параметров критичности длины абонентской линии (АЛ), топологии первичной пакетной сети, технических показателей типов оборудования.

Исходя из критичности длины АЛ, зона обслуживания шлюза доступа (МАК, АГ, МSАН и др.) не должна превышать 3–4 км.

5.2.1.2. Если шлюз доступа является универсальным, то нагрузка, поступающая на него, будет

$$Y_{AG_{USER}} = 0,1 \cdot N_{ТФОН} + 0,2N_{ISDN} + 0,8 \cdot \left(\sum_{j=1}^J N_{j-DSL} + \sum_{k=1}^K N_{k-УАТС} \right), \quad (5.13)$$

где $N_{ТФОН}$ – количество аналоговых абонентов;

N_{ISDN} – количество цифровых абонентов с доступов ВРА;

$N_{K-УАТС}$ – число каналов в интерфейсе подключения УАТС;

k – номер УАТС;

K – количество УАТС;

N_{j-DSL} – количество каналов подключения модема xDSL;

Y_{ISDN} – удельная нагрузка от абонента ISDN с базовым доступом в ЧНН,

$$Y_{ISDN} = 0,2 \text{ Эрл};$$

$Y_{K-УАТС}$ – удельная нагрузка канала первичного доступа ISDN (PRA);

$$Y_{K-УАТС} = 0,8 \text{ Эрл.}$$

Далее, как в разд. 5.1.3 находится расчетное значение Y_{pacAG} и по первой формуле Эрланга рассчитывается количество каналов K_{AG} .

5.2.1.3. Транспортный ресурс, который должен быть выделен для передачи трафика пользователя в пакетную сеть, поступающий на шлюз, при условии использования кодека типа m определяется формулой

$$V_{AG_USER} = K_{рез} \cdot V_{cod.m} \cdot K_{AG}, \quad (5.14)$$

где $V_{cod.m}$ – скорость передачи кодека типа m при обслуживании вызова;

$K_{рез}$ – коэффициент использования ресурса, коэффициент резервирования полосы пропускания $K_{рез} = 1,25$;

K_{AG} – количество каналов.

Если использовать кодек G.711, то $V_{cod.711} = 95,2$ кбит/с.

Если в оборудовании шлюза доступа реализована возможность подключения пользователей, использующих терминал SIP/H.323, либо локальные сети подключения данных пользователей, то требуемый транспортный ресурс подключения должен быть увеличен.

Доля увеличения транспортного ресурса за счет предоставления базовой услуги телефонии таким пользователям может быть определена в зависимости от используемых кодеков и числа пользователей.

В случае если терминалы SIP и H.323 используются для предоставления услуг мультимедиа, доля увеличения транспортного ресурса определяется исходя из параметров трафика услуг, как рассмотрено в разд. 5.1.

Транспортный ресурс шлюза доступа должен рассчитываться на передачу помимо пользовательской $V_{AG-USER}$ и сигнальной информации.

5.2.1.4. Для расчета транспортного ресурса шлюзов доступа необходимо для передачи сигнальной информации с целью обслуживания вызовов различных типов учитывать данные используемых протоколов сигнализации.

Оборудование шлюзов доступа поддерживает следующие протоколы:

– в направлении к ядру NGN либо контроллера абонентских шлюзов (AGC) для передачи информации, связанной с обслуживанием вызова:

1) протокол MEGACO/H.248 – при подключении абонентов использующих сигнализацию по аналоговой абонентской линии;

2) протокол IUA – при подключении абонентов, использующих базовый и первичный доступ ISDN;

3) протокол V5UA – при подключении оборудования сети доступа;

4) протокол H.248, MGCP – для передачи сигнальной информации управления шлюзами.

Набор протоколов SIGTRAN (Signallong Transport) M3UA, M2UA, IUA, V5UA применяется при транспортировке сигнальной информации через Интернет;

– в направлении к другим шлюзам и терминальному оборудованию пакетной сети: протокол RTP/RTCP;

– в направлении к ТФОП: сигнализацию по аналоговым АЛ, сигнализацию базового доступа ISDN, сигнализацию по интерфейсу V5.

Оборудование шлюзов поддерживает интерфейсы:

– шлюзы доступа в направлении ТФОП поддерживают интерфейс по аналоговым абонентским линиям, интерфейс базового доступа ISDN, интерфейс первичного доступа для подключения УАТС, интерфейс PDH (E1), а в направлении пакетной сети – интерфейсы семейства Ethernet от 10 Base до Gigabit Ethernet.

На рис. 5.3 показаны используемые протоколы.

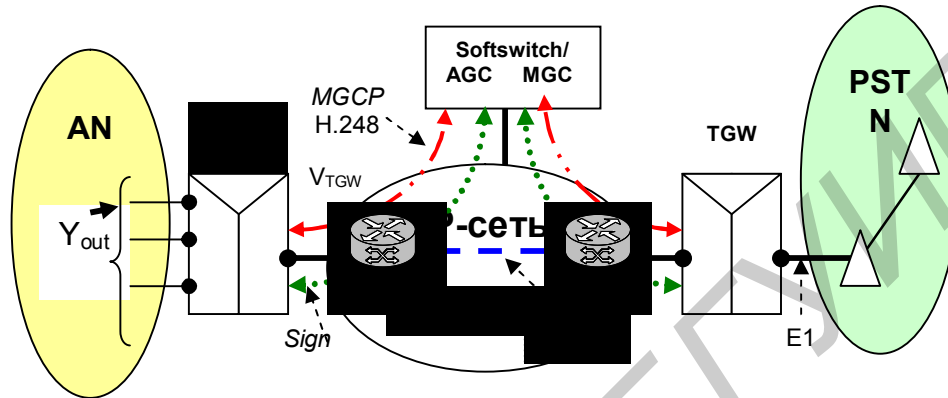


Рис. 5.3. Протоколы взаимодействия элементов сети NGN

Объем полосы пропускания для передачи сигнального трафика определяется по формуле

$$V_{AG-сигн} = \left[\frac{(P_{ТФОП} \cdot N_{ТФОП} \cdot L_{H.248} \cdot N_{H.248})}{90} + \frac{P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}}{90} + \frac{P_{УАТС} \cdot N_{УАТС} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}}{90} \right], \quad (5.15)$$

где $P_{ТФОП}$ – интенсивность вызовов от абонентов, использующих доступ по аналоговой АЛ от каждого абонента, $P_{ТФОП} = 5$ выз/ЧНН;

$N_{ТФОП}$ – число абонентов, использующих подключение по аналоговой АЛ;

$L_{H.248}$ – средняя длина сообщений протокола MEGACO/H.248, используемых при передаче информации сигнализации от абонента, $L_{H.248} = 400$ байт;

$N_{H.248}$ – количество сообщений при обслуживании вызова, $N_{H.248} = 14$ сообщений;

P_{ISDN} – интенсивность вызовов от абонентов базового доступа ISDN, $P_{ISDN} = 10$ выз/ЧНН;

N_{ISDN} – количество абонентов с базовым доступом BRA;

L_{IUA}, N_{IUA} – средняя длина и среднее количество сообщений протокола IUA при обслуживании вызова;

$P_{УАТС}$ – интенсивность вызовов от УАТС, приведенная к одному каналу интерфейса, $P_{УАТС} = 40$ выз/ЧНН;

$N_{\text{УАТС}}$ – число пользовательских каналов в интерфейсе подключения УАТС;

$1/90$ – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду».

Значение $1/90$ получается при использовании $K_{\text{сиг}} = 5$ – коэффициента использования транспортного ресурса при передаче сигнальной информации. Значение $K_{\text{сиг}} = 5$ соответствует удельной нагрузке на один сигнальный канал ОКС №7 $y_{\text{ОКС№7}} = 0,2$ Эрл.

$$\text{Таким образом, } \frac{1 \text{ байт} \cdot K_{\text{сиг}}}{\text{час}} = \frac{8 \cdot K_{\text{сиг}}}{3600} = \frac{K_{\text{сиг}}}{450} = \frac{5}{450} = \frac{1}{90} \text{ бит/с.}$$

Кроме того, в шлюзе должен быть предусмотрен транспортный ресурс для обмена сообщениями протокола MGCP (либо протокола MEGACO/H.248) используемые для управления шлюзом, который определяется формулой

$$V_{\text{MGCP}} = \left[\frac{(P_{\text{ТФОП}} \cdot N_{\text{ТФОП}} + P_{\text{ISDN}} \cdot N_{\text{ISDN}} + P_{\text{УАТС}} \cdot N_{\text{УАТС}}) \cdot L_{\text{MGCP}} \cdot N_{\text{MGCP}}}{90} \right]. \quad (5.16)$$

Аналогичная формула и для протоколов MEGACO/H.248.

В табл. 5.1 приведены данные о количестве сообщений N и длине сообщений L для различных протоколов.

Таблица 5.1

Данные N, L протоколов

Протокол	Количество сообщений N	Длина сообщений L , байт
MGCP	16	142
H.248	14	400
SIP	14	1000
M2UA	8	114
IUA	10	120

5.2.1.5. Общий транспортный ресурс подключения шлюза доступа к пакетной сети может быть определен как сумма всех необходимых составляющих

$$V_{\text{AG}} = V_{\text{AG_USER}} + V_{\text{AG_сигн}} + V_{\text{MGCP}} + V_{\text{H.248}}. \quad (5.17)$$

5.2.1.6. Определяем количество и тип интерфейсов, которыми оборудование шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети. Количество интерфейсов должно быть

$$N_{\text{инт-AG}} = \frac{V_{\text{AG}}}{V_{\text{инт}}}, \quad (5.18)$$

где $V_{\text{инт}}$ – полезный транспортный ресурс одного интерфейса.

Полезный транспортный ресурс интерфейса для передачи трафика реального времени составляет 40 % от общей пропускной способности.

Если используются разнородные интерфейсы, то общий транспортный ресурс определяется по формуле

$$V_{AG} = \sum_{i=1}^I (N_{i-INT} \cdot V_{i-INT}), \quad (5.19)$$

где I – число типов интерфейсов;

N_{i-INT} – количество интерфейсов типа i ;

V_{i-INT} – полезный транспортный ресурс интерфейса типа i .

5.2.2. Расчет параметров ядра NGN

Основной задачей ядра NGN при построении распределенного абонентского концентратора является обработка сигнальной информации обслуживания вызова и управление установлением соединений.

Поскольку к сети NGN могут подключаться пользователи различных типов, то для обслуживания вызовов могут использоваться различные протоколы сигнализации.

5.2.2.1. Расчет производительности

Общая интенсивность вызовов, поступающих на ядро NGN от источников всех типов, равна

$$P_{CALL} = P_{ТФОП} \left(\sum_{l=1}^L N_{l-ТФОП} + \sum_{l=1}^L N_{l-SHM} \right) + P_{ISDN} \sum_{l=1}^L N_{l-ISDN}, \quad (5.20)$$

где N_{l-SHM} – число абонентов с терминалом SIP/H.323/MGCP, использующих подключение по Ethernet-интерфейсу на уровне маршрутизатора шлюза доступа;

L – число шлюзов доступа, обслуживаемых ядром NGN.

Следует отметить, что производительность коммутационного оборудования может отличаться в зависимости от типа обслуживаемого вызова, т.е. производительность при обслуживании ТФОП и ISDN может быть различной. При определении требований к производительности можно ввести поправочные коэффициенты, которые характеризуются возможности системы по обслуживанию данного типа вызова относительно «идеального типа». Тогда нижний предел производительности ядра NGN по обслуживанию потоков вызова с интенсивностью P_{CALL} определяется по формуле

$$P_{ядра} = K_{ТФОП} \cdot P_{ТФОП} \cdot N_{ТФОП} + K_{ISDN} \cdot P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + K_{YATC} \cdot P_{YATC} \cdot N_{YATC} + K_{SHM} \cdot P_{SHM} \cdot N_{SHM}. \quad (5.21)$$

Если принять поправочные коэффициенты $K_{ТФОП} = K_{ISDN} = K_{YATC} = K_{SHM} = 1$ и с учетом интенсивностей вызовов: $P_{ТФОП} = 5$ выз/ЧНН, $P_{ISDN} = 10$ выз/ЧНН, $P_{YATC} = 40$ выз/ЧНН, $P_{SHM} = 5$ выз/ЧНН, то производительность ядра будет определяться по формуле

$$P_{ядра} = 5(N_{ТФОП} + 2N_{ISDN} + 8N_{YATC} + N_{SHM}). \quad (5.22)$$

5.2.2.2. Расчет параметров интерфейса подключения к пакетной сети

Транспортный ресурс, необходимый для передачи сигнальной информации в сторону контроллера абонентского шлюза (NGN ядра) при использовании протокола H.248, определяется формулой

$$V_{\text{ядро-H.248}} = \frac{K_{\text{сиг}} \cdot L_{\text{H.248}} \cdot N_{\text{H.248}} \cdot P_{\text{ядра}}}{450} \cdot 2, \quad (5.23)$$

где $K_{\text{сиг}} = 5$;

$L_{\text{H.248}} \cdot N_{\text{H.248}}$ – данные в табл. 5.1.

Аналогично рассчитывается транспортный ресурс сигнальной информации протокола MGCP, если он используется для управления шлюзом доступа.

Транспортный ресурс для передачи сигнальной информации от пользователей базового и первичного доступа ISDN определяется по формуле

$$V_{\text{ядро-IUA}} = \frac{K_{\text{сиг}} \cdot L_{\text{IUA}} \cdot N_{\text{IUA}} \cdot P_{\text{ядра}}}{450} \cdot 2, \quad (5.24)$$

где L_{IUA} – длина сообщений протокола IUA;

N_{IUA} – число сообщений протокола IUA.

Интенсивность сигнального трафика требуется умножить на два, поскольку при обслуживании одного вызова ядро NGN одновременно работает с двумя шлюзами и трафик от ядра к каждому шлюзу проходит через один и тот же интерфейс ядра NGN.

Можно записать общую формулу транспортного ресурса сигнальной информации передаваемой в сторону контроллера абонентского шлюза (NGN ядра), как показано на рис. 5.3, в виде

$$V_{\text{ядра (AGC)}} = \frac{2 \cdot K_{\text{сиг}} \cdot P_{\text{ядра}}}{450} (L_{\text{H.248}} \cdot N_{\text{H.248}} + L_{\text{IUA}} \cdot N_{\text{IUA}}). \quad (5.25)$$

Для трафика с гарантированной полосой пропускания режима относительного времени, каким является трафик протоколов сигнализации, полезный транспортный ресурс одного интерфейса сигнализации составляет 75 % от полной пропускной способности.

Исходя из этого, необходимое количество интерфейсов ядра рассчитывается по формуле

$$N_{\text{инт. ядра}} = \left[\frac{V_{\text{ядра}}}{V_{\text{инт}}} \right] + 1, \quad (5.26)$$

где $V_{\text{инт}}$ – полезный транспортный ресурс одного интерфейса.

Дополнительный интерфейс предусматривается с целью организации резервирования по схеме $(N + 1)$.

5.3. Проектирование распределенного транзитного коммутатора сети

Оборудование ТФОП подключается к сети NGN посредством мультимедийного шлюза MGW.

Для расчета числа потоков $E1$, соединяющих узлы ГТС со шлюзом MGW, необходимо учесть все исходящие и входящие тракты межстанционного взаимодействия, рассчитанные в разд. 4.

Следует учитывать типы каналов одностороннего или двухстороннего действия, которые используются при расчете числа первичных потоков $E1$.

Будем считать, что MGW реализует функции как транспортного, так и сигнального шлюза. Поэтому в шлюзе должен быть предусмотрен транспортный ресурс для обмена сообщениями протокола сигнализации с ядром NGN (Sign) и протокола MGCP, H.248 с контроллером управления шлюзом MGC.

Исходными данными проектирования являются:

- количество потоков $E1$, используемых для взаимодействия источников нагрузки различных типов с оборудованием шлюзов MGW. К источникам нагрузки относятся РАТС, УВС, УТС (методика расчета приведена в разд. 4);
- удельная нагрузка на канал, поступающая от ТФОП на медиа-шлюз MGW;
- типы кодеков, используемые в оборудовании MGW.

Задачи проектирования:

- определение числа медиа-шлюзов MGW и емкостных показателей подключения;
- определение транспортного ресурса шлюза MG для передачи трафика пользователей ТФОП в пакетную сеть;
- определение транспортного ресурса шлюза MG для передачи сигнального трафика в пакетную сеть;
- определение количества и типа интерфейса Ethernet;
- расчет параметров ядра NGN;
- расчет оборудования транспортной пакетной сети.

5.3.1. Расчет параметров медиа-шлюза MGW

5.3.1.1. Определение числа шлюзов MGW производится исходя из расчетного значения предполагаемой нагрузки, топологии первичной сети, наличие помещений для установки, технологических показателей типов оборудования. Как правило, шлюзы устанавливаются на существующих объектах сети с учетом ее структуры, осуществляя подключение территориально близко расположенных станций ТФОП. Емкостные показатели шлюза определяются, исходя из нагрузки, поступающей от станций.

5.3.1.2. Медиа-шлюзы устанавливаются для преобразования трафика телефонной сети в пакетный. Нагрузка, поступающая на медиа-шлюз MG, определяется по формуле

$$Y_{MG} = N_{E1} \cdot 30 \cdot y_{E1}, \quad (5.27)$$

где N_{E1} – число потоков $E1$, осуществляющих подключение станций сети ТФОП к мультимедийному шлюзу MGW;

y_{E1} – удельная нагрузка одного канала 64 Кбит/с в составе E1, $y_{E1} = 0,8$ Эрл;
30 – число каналов по 64 кбит/с в E1.

Далее рассчитываем $Y_{MG_{\text{реч}}}$ по формуле (5.6) и по первой формуле Эрланга определяем количество голосовых каналов – K .

Нагрузка, поступающая от шлюза в пакетную сеть, зависит от применяемых в шлюзе типов кодеков. Рекомендуется использовать кодек G.711, скорость передачи на выходе которого равна 64 кбит/с.

В пакетной телефонии один отсчет кодера G.711 оцифровывает 10 мс речи и формирует 80 байт закодированной информации. Для сохранения задержки оцифровки и пакетизации в допустимых пределах, в один пакет протокола реального времени помещают два отсчета кодера G.711, что составляет 160 байт полезной нагрузки протокола RTP. Скорость передачи пакетов RTP составляет 50 пакетов/с. С учетом избыточности, добавляемой протоколами RTP, UDP, IP на канальном и физическом уровне Ethernet, размер пакета, поступающего в среду передачи, составляет 238 байт. Результирующая скорость информационного потока $V_{\text{инф-пот}}$ на физическом уровне от одного голосового канала равна $V_{\text{инф-пот}} \text{ G.711} = 95,2$ кбит/с.

Транспортный ресурс физического уровня, необходимый для передачи трафика в пакетную сеть, поступающего на шлюз MGW, равен

$$V_{\text{USER}} = V_{\text{инф-пот}} \cdot K, \quad (5.28)$$

где K – количество голосовых каналов.

Интенсивность вызовов, поступающих на медиа-шлюз MG рассчитывается по формуле

$$P_{MG} = N_{E1} \cdot 30 \cdot P_{1K}, \quad (5.29)$$

где P_{1K} – интенсивность вызовов, обслуживаемых одним каналом,
 $P_{1K} = 40$ выз/ЧНН.

Поскольку средняя продолжительность одного соединения 1,5 мин, то в течение 1 ч возможно обслужить 40 вызовов одним каналом.

5.3.1.3. Помимо пользовательской информации, на транспортный шлюз MG поступают сигнальные сообщения протокола MGCP либо MEGACO/H.248.

Взаимодействие мультимедийного шлюза MGW с ядром NGN происходит по протоколу MGCP, либо MEGACO/Y.248 для управления вызовами при использовании транспортной технологии IP. При взаимодействии шлюза MGW в направлении к сети ТФОП используется протокол M2UA (либо M3UA в зависимости от реализации) для передачи информации всей «вышестоящей» уровня МТР 2 ОКС № 7 в направлении ядра NGN.

При обслуживании телефонного соединения число передаваемых сигнальных сообщений протокола M2UA будет $N_{M2UA} = 8$ сообщений при средней длине пакетов на физическом уровне $L_{M2UA} = 114$ байт. В процессе установления соединения и завершения вызова между ядром NGN и MGW шлюзом переда-

ются $N_{MGCP} = 16$ сообщений MGCP со средней длиной пакета $L_{MGCP} = 142$ байта, а если используется протокол H.248, то передаются $N_{H.248} = 14$ сообщений со средней длиной $L_{H.248} = 400$ байт на физическом уровне Ethernet. На рис. 5.4. приведена схема взаимодействия контроллера медиа-шлюза MGC с MG (с функциями TGW и SGW).

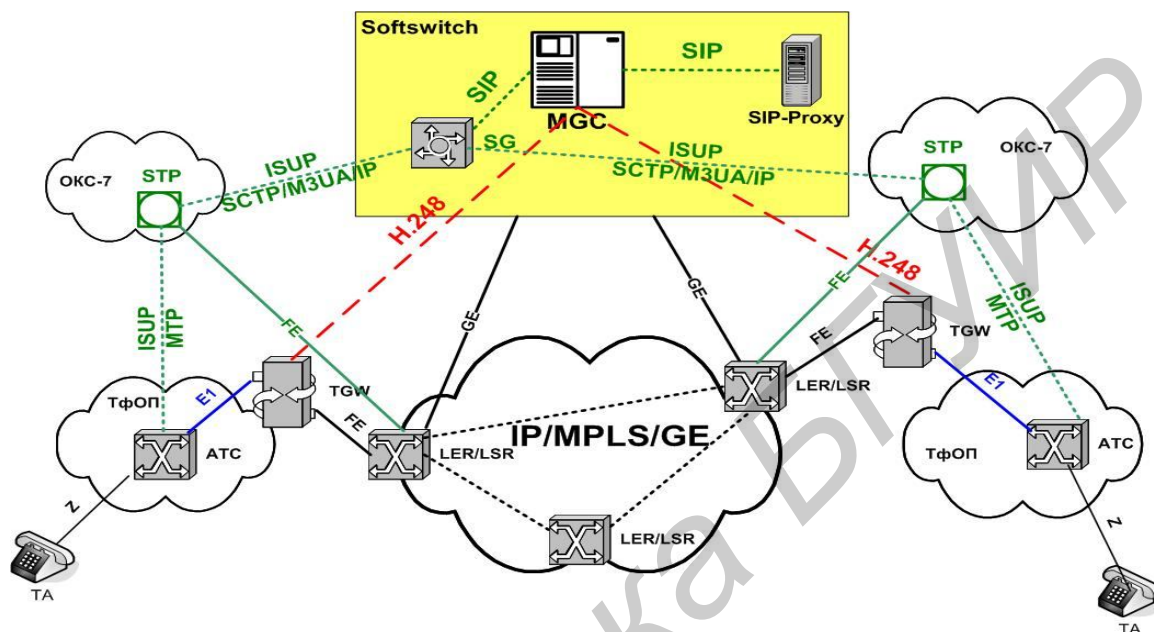


Рис. 5.4. Схема взаимодействия контроллера медиа-шлюза MGC с MG

Транспортный ресурс для сообщений сигнализации протоколов MGCP и M2UA рассчитывается по формуле

$$V_{MG\text{-сигн}} = \frac{K \cdot P_{MG} (L_{MGCP} \cdot N_{MGCP} + L_{M2UA} \cdot N_{M2UA})}{450}, \quad (5.30)$$

где P_{MG} – интенсивность вызовов, поступающих на мультимедийный шлюз MGW;

$\frac{1}{450}$

– результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду»;

K – коэффициент избыточности при передаче сообщений протокола сигнализации и MGCP, $K = 5$.

Аналогичная формула будет при использовании протокола H.248.

Общий транспортный ресурс для шлюза MG будет

$$V_{MG} = V_{USER} + V_{MG\text{-сигн}}. \quad (5.31)$$

5.3.1.4. На основе полученных результатов следует выбрать тип интерфейса Ethernet.

Предположим, что интерфейсы TGW с пакетной сетью относятся к одному типу, например FE (Fast Ethernet), как показано на рис. 5.5.

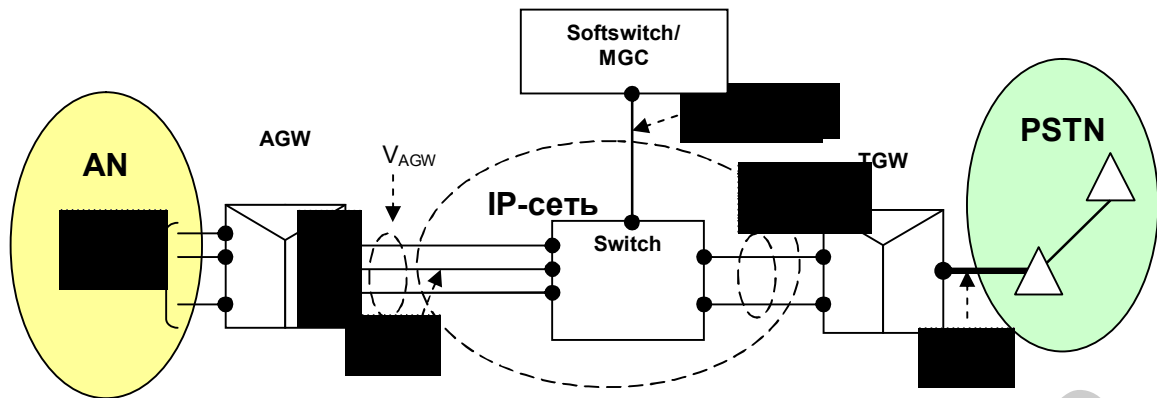


Рис. 5.5. Подключение AGW, TGW к транспортной сети с помощью интерфейсов FE

Количество интерфейсов определяется по формуле

$$N_{\text{инт-MG}} = \left\lceil \frac{V_{\text{MG}}}{V_{\text{инт}}} \right\rceil + 1, \quad (5.32)$$

где $V_{\text{инт}}$ – полезный транспортный ресурс.

Полезный транспортный ресурс интерфейса для передачи трафика реального времени составляет 40 % от общей пропускной способности.

Если транспортный ресурс шлюза превышает возможности одного интерфейса, следует выбрать достаточное количество интерфейсов, работающих в режиме разделения нагрузки. Следует также предусмотреть один дополнительный интерфейс для организации резервирования по схеме $(N + 1)$. Результаты расчета для проектируемых MGW свести в таблицу.

5.3.2. Расчет параметров ядра NGN

5.3.2.1. Расчет производительности ядра NGN – это интенсивность вызовов $P_{\text{ядра}}$, поступающих на ядро, рассчитывается по формуле

$$P_{\text{ядра}} = \frac{\sum_{\varepsilon=1}^n P_{\text{MG}}}{2}, \quad (5.33)$$

где n – число медиа-шлюзов на проектируемой сети;

P_{MG} – интенсивность вызовов, поступающих на шлюз MGW.

Следует учитывать, что вызов, поступивший от сети ТФОП на один из шлюзов MG вызывающего абонента, обязательно завершается на каком-то другом MG, связанном с вызываемым абонентом. Поэтому суммарное число вызовов в ЧНН (PMG) при расчете интенсивности вызовов делится пополам.

5.3.2.2. Расчет параметров интерфейсов подключения к пакетной сети

Аналогично п. 5.3.1.3 транспортный ресурс ядра NGN, необходимый для передачи сообщений протокола M2UA

$$V_{\text{ядро-M2UA}} = \frac{K \cdot L_{\text{M2UA}} \cdot N_{\text{M2UA}} \cdot P_{\text{ядро}}}{450} \cdot 2. \quad (5.34)$$

Аналогично транспортный ресурс ядра NGN, необходимый для передачи протокола MGCP

$$V_{\text{ядро-MGCP}} = \frac{K \cdot L_{\text{MGCP}} \cdot N_{\text{MGCP}} \cdot P_{\text{ядро}}}{450} \cdot 2. \quad (5.35)$$

Аналогичная формула и для протокола H.248, если он применяется.

Интенсивность сигнального трафика требуется умножить на два, поскольку ядро NGN при обслуживании одного вызова работает одновременно с двумя шлюзами (вызывающего и вызываемого абонентов) и трафик от ядра NGN к каждому шлюзу идет через один и тот же интерфейс ядра.

Суммарный минимальный полезный транспортный ресурс ядра NGN, требуемый для обслуживания вызовов, составляет

$$V_{\text{ядро}} = V_{\text{ядро-M2UA}} + V_{\text{ядро-MGCP}}. \quad (5.36)$$

Для трафика с гарантированной полосой пропускания режима относительного времени, каким является трафик протоколов сигнализации, полезный транспортный ресурс одного интерфейса составляет 75 % от полной пропускной способности. Исходя из этого, необходимое число интерфейсов ядра NGN рассчитывается по формуле

$$N_{\text{инт-ядро}} = \left\lceil \frac{V_{\text{ядро}}}{V_{\text{инт}}} \right\rceil + 1, \quad (5.37)$$

где $V_{\text{инт}}$ – полезный транспортный ресурс.

Дополнительный интерфейс предусматривается с целью организации резервирования по схеме $(N + 1)$.

На основании проведенных расчетов составить схему сети NGN с указанием всех рассчитанных параметров.

5.3.3. Расчет оборудования транспортной пакетной сети

5.3.3.1. Число коммутаторов пакетной сети и ее топологии определяется исходя из существующей топологии первичной сети, показателей производительности оборудования, требования по обеспечению надежности и живучести пакетной сети.

5.3.3.2. Суммарная производительность коммутаторов пакетной сети определяется суммарной нагрузкой, поступающей от всех мультимедийных шлюзов MGW, а также нагрузкой, создаваемой сообщениями сигнализации и рассчитывается по формуле

$$P_{\Sigma} = \left[\frac{\sum_{l=1}^L V_{l=MG} (1 - M_{MG}) + V_{\text{ядра}}}{L_{IP}} \right], \quad (5.38)$$

где M_{MG} – доля потока пользовательской информации, замыкающаяся на уровне шлюза;

$(1 - M_{MG})$ – доля потока пользовательской информации, поступающей в пакетную сеть;

L_{IP} – средняя длина пакета IP, используемого при передаче информации (как пользовательской, так и сигнальной) внутри пакетной сети, $L_{IP} = 65$ кбайт;

$V_{l=MG}$ – общий транспортный ресурс шлюза MGW, рассчитывается по формуле (5.31), l – номер шлюза;

$V_{\text{ядра}}$ – суммарный транспортный ресурс ядра NGN, рассчитывается по формуле (5.36).

Емкостные параметры коммутаторов пакетной сети определяются исходя из топологии пакетной сети, типов интерфейсов подключения шлюзов и ядра NGN.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

(на русском языке)

АО – абонентское оборудование

Биллинг – тарификация, составление и выписывание счетов за предоставление телекоммуникационных услуг

ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи

ГТС – городская телефонная сеть

МАК – мультисервисный абонентский концентратор

МК – магистральный коммутатор

МКД – мультисервисный коммутатор доступа

МС – мультисервисная сеть

ОС – оконечная станция

СТС – сельская телефонная сеть

УВС – узел входящих сообщений

УИС – узел исходящих сообщений

УК – узел коммутации

УПАТС – учрежденческо-производственная АТС

УСП – узел сельско-пригородной связи

ЦС – центральная станция

ЦСП – цифровая система передачи

(на английском языке)

3G (3-rd Generation) – семейство систем мобильной связи 3-го поколения, способных предоставлять как традиционные, так и новые (мультимедийные) услуги

3GPP2 (3-rd Generation Partnership Project-2) – второй проект партнерства по системам 3-го поколения Международного органа стандартизации, разрабатывающего спецификации семейства технологий мобильной связи

4G (4-th Generation) – перспективные технологии систем мобильной связи, основу которых составят услуги мультимедиа и мобильного телевидения

AGW (Access Gateway) – шлюз доступа

AN (Access Network) – сеть доступа

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – асинхронный режим передачи. Высокоскоростная, ориентированная на соединение, коммутируемая и мультиплексирующая технология, которая использует ячейки размером 53 байта (5 байт – заголовок, 48 байт – полезная нагрузка) для одновременной передачи данных различных видов, включая голос, видео и собственно данные. Использование асинхронного режима означает, что информационные потоки могут быть посланы независимо от общего таймера. Технология ATM описывается архитектурой с тремя плоскостями: пользователя (Plane User, U) – координирует интерфейс между протоколами верхних уровней, такими как IP и ATM, управления (Plane Management, M) – координирует все уровни стека протоколов ATM, сигнализации (Plane Control, C) – координирует процессы обмена

сигнальными сообщениями, установления и разъединения виртуальных каналов и трактов

BER (Bit Error Rate) – коэффициент битовых ошибок

BHCA (Busy Hour Call Attempt) – число попыток установления соединения в ЧНН

B-ISDN – широкополосная ISDN

SIP (Session Initiation Protocol) – протокол инициализации сеанса связи в пакетных сетях

CN (Cross-point Net) – сетевой узел

DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) – цифровой мультиплексор доступа абонентских линий

DSS1 (Digital Subscriber Signaling System one) – цифровая абонентская система сигнализации № 1

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) – Европейский институт стандартов в области связи

FTP (File Transfer Protocol) – протокол передачи файлов (используемый в Internet протокол передачи файлов между хост-компьютерами)

FW (Firewall) – брандмауэр (аппаратно-программные средства межсетевой защиты)

G.711 – стандарт кодирования речевого сигнала со скоростью 64 кбит/с

GW (Gateway) – шлюз

H.225 – протокол управления вызовом, включая сигнализацию и регистрацию, а также пакетизацию и синхронизацию потоков мультимедийных данных (входит в состав стека протоколов H.323 организации мультимедиа связи в пакетных сетях, в том числе в ЛВС Ethernet)

H.245 – процедура управления и установления соединений в многоточечной конфигурации

H.248 – протокол управления медиа-шлюзом (рекомендация ITU-T)

H.323 – система видеоконференц-связи для сетей с коммутацией каналов и негарантированным качеством обслуживания

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – протокол передачи гипертекстовых файлов (протокол уровня приложений для распределенных информационных систем гипермедиа, позволяющий общаться системам с различной архитектурой, используется при передаче HTML-файлов по сети страниц WWW)

IAD (Integrated Access Device) – устройство интегрированного доступа

ICMP (Internet Control Message Protocol) – протокол контроля сообщений в сети Интернет (один из четырех базовых протоколов семейства TCP/IP, обеспечивающий восстановление связи при сбойных ситуациях в передаче пользовательских пакетов)

ID (Intelligent Database) – интеллектуальная база данных

IETF (Internet Engineering Task Force) – проблемная группа проектирования Internet (одна из групп IAB, отвечающая за решение инженерных задач Ин-

тернет, выпускает большинство документов RFC, используемых производителями для внедрения стандартов в архитектуру TCP/IP)

IGMP (Internet Group Management Protocol) – межсетевой протокол управления группами (протокол, используемый рабочими группами и поддерживаемый Microsoft TCP/IP)

IN (Intelligent Network) – интеллектуальная сеть

INAP (IN Application Protocol) – прикладной протокол интеллектуальной сети

IP – протокол сетевого уровня Интернет

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

ISO (International Organization for Standardization) – Международная организация по стандартизации

ISP (Internet Service Provider) – сервис-провайдер Интернет

ISUP (ISDN User Part) – подсистема пользователя ISDN

LER (Label Edge Router) – пограничный маршрутизатор домена MPLS

LSR (Label Switched Router) – транзитный маршрутизатор домена MPLS, коммутирующий пакеты с помощью меток

MGC (Media Gateway Controller) – контроллер медиа-шлюза

MGCP/MEGACO (Media Gateway Control Protocol) – протокол IETF управления медиа-шлюзами NGN

MGW (Media Gateway) – медиа-шлюз

MIT (Management Information Tree) – дерево информации управления

MN (Mobile Network) – сеть мобильной связи

MPEG (Motion Pictures Experts Group) – открытый (т. е. не требующий выплат за использование) стандарт на сжатие и воспроизведение движущихся изображений, разработанный Группой экспертов в области кино (MPEG), а также формат хранения сжатого (до 1:200) файла

MPLS (Multiprotocol Label Switching) – многопротокольная коммутация с помощью меток

NE (Network Element) – элемент сети

NGN (Next Generation Network) – сеть связи следующего поколения

N-ISDN (Integrated Services Digital Network) – узкополосная цифровая сеть связи с интеграцией служб, скорость передачи данных, голоса, изображений не выше 1920 кбит/с

NP (Network Performance) – характеристики сети (XC) связи

OSA (Open Service Access) – концепция открытого доступа к услугам

OSI (Open System Interconnection) – взаимодействие открытых систем

Parlay API – система прикладного программирования

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) – плезиохронная цифровая иерархия (европейский стандарт для волоконно-оптических сетей)

PDN (Packet Data Network) – пакетная сеть передачи данных

PON (Passive Optical Network) – пассивная оптическая сеть

PSTN (Public Switched Telephone Network) – коммутуруемая телефонная сеть общего пользования

QoS (Quality of Service) – качество обслуживания

RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) – сервер службы аутентификации удаленных вызывающих пользователей (используется для централизованной аутентификации пользователей, шифрования пароля, выбора услуг и фильтрации, а также централизованной тарификации услуг)

RAS (Remote Access Service) – служба, позволяющая удаленным пользователям, работающим в операционных системах Microsoft Windows и Windows NT, подключаться к сети

RFC (Requests for Comments) – серия документов IETF, начатая в 1969 г. и содержащая описания набора протоколов Интернет и связанную с ними информацию

RSVP (Reservation Protocol) – протокол резервирования транспортных ресурсов для гарантированной доставки пользовательских данных

RTCP (Real-Time Control Protocol) – протокол контроля транспортировки информации в реальном времени на транспортном уровне (IETF)

RTP (Real Time Protocol) – протокол Интернет доставки пакетов в реальном масштабе времени

RTSP (Real-Time Streaming Protocol) – протокол потоковой передачи информации мультимедиа в реальном времени

SC (Circuit Switching) – коммутация каналов

SDH (Synchronous Data Hierarchy) – Европейский стандарт цифровой системы передачи, ориентированный на использование оптических кабелей в качестве физической среды передачи данных для высокоскоростных сетей передачи на значительные расстояния

SDP (Session Description Protocol) – протокол описания сеансов связи

SG (SGW) {Signaling Gateway} – шлюз сигнализации

SIGTRAN (Signaling Transport) – набор протоколов транспортировки сигнальной информации (M3UA, IUA, SUA, V5UA) через Интернет

SIP (Session Initiation Protocol) – протокол инициализации сеанса связи в пакетных сетях

SIP-T (SIP extension for Telephony) – описание SIP для взаимодействия с ТФОП (PSTN)

SLA (Service Level Agreement) – соглашение об уровне качества услуг доставки информации

SN (Service Node) – узел служб

SN-IN (Source Name - Internet Name Service) – сервер приложения, устанавливающий соответствие между именем источника и именем службы в Интернет

SNMP (Simple Network Management Protocol) – простой протокол сетевого управления (протокол сетевого администрирования, широко используемый в настоящее время, входит в стек протоколов TCP/IP)

Softswitch – аппаратно-программное средство для управления вызовами в телекоммуникационных сетях, которые используют технологии IP и/или ATM

SP (Service Provider) – поставщик услуги

STM (Synchronous Transport Module) – синхронный транспортный модуль технологии SDH

TCAP (Transaction Capabilities Part) – прикладная подсистема возможностей транзакций стека протоколов ОКС №7

TCH (Traffic Channel) – каналы трафика (или линейные каналы)

TCP (Transmission Control Protocol) – протокол управления передачей транспортного уровня в стеке протоколов TCP/IP

TMG (Trunk Media Gateway) – медиа-шлюз соединительных линий

TMN (Telecommunication Management Network) – система управления телекоммуникационной сетью

TGW (Trunk Gateway) – шлюз трактов (транков)

TRIP (Telephony Routing over IP) – трассировка телефонных соединений поверх IP

UMG (Universal Media Gateway) – универсальный медиа-шлюз

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) – универсальная мобильная телекоммуникационная система

VPN (Virtual Private Network) – виртуальная частная сеть

V/Tlf (Video Telephone) – видеотелефония

Wi-Fi (Wireless Fidelity) – стандарт беспроводной передачи данных по радиоканалу уровня LAN

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) – стандарт беспроводного широкополосного доступа уровня города (Metropolitan)

X.25 – Рекомендации ИТУ-Т, определяющие стандарты для коммуникационных протоколов доступа к сетям с коммутацией пакетов (Packet Data Network, PDN)

ЛИТЕРАТУРА

1. Росляков, А. В. Сети следующего поколения NGN / А. В. Росляков. – М. : Эко-Трендз, 2008. – 424 с.
2. Семенов, Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения / Ю. В. Семенов. – СПб. : Наука и техника, 2005. – 240 с.
3. Бакланов, И. Г. NGN: принципы построения и организации / И. Г. Бакланов; под ред. Ю. Н. Чернышова. – М. : Эко-Трендз, 2008. – 400 с.
4. Гольдштейн, А. Б. SOFTSWITCH : учеб. пособие / А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. – СПб. : БХВ, 2006. – 368 с.
5. Берлин, А. Н. Коммутация в системах и сетях связи / А. Н. Берлин. – М. : Эко-Трендз, 2006. – 344 с.
6. Huawei [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.huawei.com.ru/>. 4. Белтелеком [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.beltelecom.by>.

Учебное издание

Чаклова Мельпомени Ильинична

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *Е. Н. Батурчик*

Корректор *А. В. Бас*

Подписано в печать 25.07.2012. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 5,7. Уч. изд. л. 5,9. Тираж 100 экз. Заказ 133.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки