

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь»

В. О. МАТУСЕВИЧ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

**Учебно-методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию**

Гомель 2018

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь»

В. О. МАТУСЕВИЧ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности
для обучающихся по направлению специальности
1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном
транспорте» в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2018

УДК 656.254.15 (075.8)
ББК 32.882-5
М34

Р е ц е н з е н т ы : академик МАС, канд. техн. наук, проф. *Н. Ф. Семенюта*;
заведующий кафедрой информационных технологий
д-р техн. наук, профессор *В. Ю. Цветков* (БГУИР)

Матусевич, В. О.
М34 Проектирование мультисервисной телекоммуникационной сети :
учеб.-метод. пособие / В. О. Матусевич ; М-во трансп. и коммуника-
ций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ,
2018. – 170 с.
ISBN 978-985-554-776-2

Приводятся учебный материал и методические указания для проектиро-
вания элементов мультисервисной телекоммуникационной сети железнодо-
рожного узла, в задачи которого входят: развитие у студентов навыка науч-
но-исследовательской и проектно-конструкторской работы в области сетей и
систем NGN/IMS.

Предназначено для студентов специальности «Автоматика, телемеханика
и связь на железнодорожном транспорте» специализации «Системы передачи
и распределения информации», выполняющих курсовые и дипломные проек-
ты по организации сети связи участка железной дороги.

УДК 656.254.15 (075.8)
ББК 32.882-5

ISBN 978-985-554-776-2

© Матусевич В. О., 2018
© Оформление. БелГУТ, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА SOFTSWITCH	8
1.1 История возникновения.....	8
1.2 Архитектура Softswitch.....	10
1.2.1 Функциональные плоскости эталонной архитектуры Softswitch	10
1.2.2 Функциональные объекты	13
1.2.3 Модуль контроллера медиашлюзов	17
1.3 Протоколы сигнализации	20
1.3.1 Протокол SIP.....	20
1.3.2 Технология H.323	22
1.3.3 Протокол MGCP	23
1.3.4 Протокол H.248/Megaco	23
1.3.5 Протокол BICC	24
1.3.6 Сигнализация SIGTRAN	24
1.4 Варианты применения Softswitch в составе ЕСЭ	25
1.4.1 Softswitch в качестве транзитного узла.....	26
1.4.2 Softswitch в качестве распределенной оконечной станции коммутации ..	27
1.4.3 Оборудование Softswitch в качестве распределенного узла коммутации услуг	28
1.4.4 Оборудование Softswitch в качестве распределенного узла телематических служб	29
2 ТЕХНОЛОГИЯ IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)	31
2.1 Общие сведения	31
2.2 Основы технологии IMS.....	33
2.3 Декомпозиция MGC.....	34
2.4 Архитектура IMS.....	35
2.4.1 Структура IMS и разделение системы управления на уровни	35
2.4.2 Технологии доступа к сети IMS.....	41
2.4.3 Основные протоколы IMS.....	42
2.4.4 Идеология распределенных баз данных.....	45
2.4.5 Пользовательские базы HSS и SLF	46
2.4.6 Функции SIP-сервера.....	47
2.4.7 Функция PDF.....	48
2.4.8 Серверы приложений	48
2.4.9 Функция MRF	48
2.4.10 Функция BGCF.....	48
2.4.11 Шлюз ТфОП/CS	49
2.4.12 Шлюз безопасности SEG.....	49
2.5 Протоколы сигнализации	49
2.6 Особенности предоставления услуг на базе IMS	50
2.6.1 Взаимодействие с другими сетями.....	51
2.6.2 Инвариантность относительно доступа	52

2.6.3	Создание услуг и управление услугами.....	52
2.6.4	Роуминг	53
2.6.5	Защита информации	53
2.6.6	Начисление платы.....	53
2.7	Стандартизация IMS.....	53
3	ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ	
	ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА.....	56
3.1	Общие принципы построения сети ОБТС.....	56
3.2	Местные сети ОБТС и взаимодействие с телефонной сетью общего пользования.....	57
3.2.1	Местные сети ОБТС	57
3.2.2	Взаимодействие с телефонной сетью общего пользования	59
3.2.3	Нумерация на местной сети ОБТС	60
3.3	Аналоговая сеть междугородной ОБТС	61
3.3.1	Построение аналоговой сети.....	61
3.3.2	Система нумерации на аналоговой сети	64
3.4	Магистральная и зоновые цифровые сети ОБТС	65
3.4.1	Принципы построения цифровой сети.....	65
3.4.2	Единая система нумерации на цифровой сети ОБТС	67
3.5	Сеть ОБТС с пакетной коммутацией.....	69
3.5.1	Особенности перевода сети ОБТС на коммутацию пакетов	69
3.5.2	Варианты построения пакетной сети ОБТС	70
4	ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	75
4.1	Основные рекомендации	75
4.2	Технико-экономическое обоснование реорганизации сети связи на железнодорожном транспорте	77
4.3	Разработка схемы сети NGN/IMS.....	78
4.4	Расчет нагрузки, поступающей на соединительные устройства.....	80
5	ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО АБОНЕНТСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА.....	83
5.1	Расчет параметров оборудования доступа	83
5.1.1	Исходные данные для проектирования оборудования доступа.....	83
5.1.2	Размещение оборудования и схема организации связи.....	86
5.2	Расчет нагрузки шлюза доступа.....	88
5.3	Расчет требуемой полосы пропускания	89
5.4	Расчет основных параметров коммутатора доступа	95
5.5	Расчет параметров сигнального трафика	95
6	ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ТРАНЗИТНОГО КОММУТАТОРА	98
6.1	Исходные данные для проектирования транспортного шлюза.....	98
6.2	Расчет нагрузки транспортного шлюза	99
6.3	Расчет параметров сигнального трафика	100
7	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКОГО КОММУТАТОРА.....	102
7.1	Расчет оборудования Softswitch уровня абонентского концентратора	102
7.2	Расчет оборудования Softswitch уровня транзитного коммутатора.....	103
7.3	Расчет транспортного ресурса Softswitch.....	104
8	ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИГНАЛЬНОЙ СЕТИ IMS	105

8.1	Расчет оборудования сети IMS	105
8.2	Расчет транспортного ресурса для обеспечения сигнального обмена с функцией S-CSCF	106
8.3	Расчет транспортного ресурса для обеспечения сигнального обмена с функцией I-CSCF	108
9	ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	110
9.1	Исходные данные.....	110
9.2	Требования к содержанию и оформлению пояснительной записки.....	113
10	ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	114
10.1	Исходные данные.....	114
10.2	Характеристика участка железной дороги.....	115
10.2.1	Анализ существующей сети общетехнологической телефонной связи участка железной дороги.....	115
10.2.2	Технико-экономическое обоснование реорганизации сети с применением современного оборудования.....	118
10.2.3	Определение конечной емкости станций сети и числа абонентов по категориям.....	118
10.2.4	Выбор нумерации абонентов и соединительных линий.....	119
10.2.5	Определение количества и типов абонентского оборудования.....	119
10.3	Разработка схем сетей связи участка железной дороги.....	121
10.3.1	Разработка схемы первичной сети связи	121
10.3.2	Разработка схемы сети ОБТС.....	123
10.4	Выбор коммуникационного оборудования.....	123
10.5	Расчет нагрузки, поступающей на соединительные устройства.....	124
10.6	Проектирование распределенного абонентского концентратора	125
10.6.1	Расчет параметров шлюза доступа.....	125
10.6.2	Расчет параметров коммутатора доступа	133
10.6.3	Расчет параметров сигнальной сети абонентского концентратора	135
10.7	Проектирование распределенного транзитного коммутатора	136
10.7.1	Расчет параметров транспортного шлюза.....	136
10.7.2	Расчет параметров сигнальной сети транзитного коммутатора	138
10.8	Проектирование гибкого коммутатора	138
10.8.1	Расчет параметров Softswitch для местной сети.....	138
10.8.2	Расчет параметров Softswitch сети дистанции сигнализации	139
10.9	Расчет оборудования сети IMS	142
10.9.1	Расчет нагрузки на S-CSCF	142
10.9.2	Расчет нагрузки на I-CSCF.....	143
10.10	Разработка плана размещения и электропитания проектируемого оборудования	143
10.11	Определение капитальных затрат	146
	ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	150
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	161
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	162
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ОТДЕЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ.....	163
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ОБРАЗЕЦ БЛАНКА ЗАДАНИЯ.....	169

ВВЕДЕНИЕ

В основу концепции построения сети связи следующего поколения **NGN** (Next Generation Network) положена идея построения сетей связи, обеспечивающих предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений, предполагающая реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи.

Таким образом, базовым принципом концепции NGN является отделение друг от друга функций переноса и коммутации, управления вызовом и управления услугами.

Несмотря на постоянно растущую сложность телекоммуникационных устройств и систем, протоколов и приложений, работы в направлении создания универсальной сетевой инфраструктуры продолжают. И очередным этапом развития NGN является создание концепции мультимедийной IP-ориентированной подсистемы связи **IMS** (IP Multimedia Subsystem), которая открывает путь к построению такой универсальной сетевой инфраструктуры. Основным элементом IMS является пакетная транспортная сеть, поддерживающая все технологии доступа и обеспечивающая реализацию большого числа инфокоммуникационных услуг. То есть на IMS возлагается первый набор функций – распространение.

Носителем интеллектуальных возможностей сети является Softswitch, который координирует управление обслуживанием вызовов, сигнализацию и функции, обеспечивающие установление соединения через одну или несколько сетей.

Softswitch – это не только одно из сетевых устройств. Это также и сетевая архитектура и даже, в определенной степени, – идеология построения сети. В первую очередь, Softswitch управляет обслуживанием вызовов, то есть установлением и разрушением соединений, выполняя функции Call Agent. Точно так, как это имеет место в традиционных АТС с коммутацией каналов. Таким образом, Softswitch фактически остается все тем же привычным коммутационным узлом, только без цифрового коммутационного поля, кросса и т.п. Softswitch координирует обмен сигнальными сообщениями между сетями, т. е. поддерживает функции Signaling Gateway (SG).

Иначе говоря, Softswitch координирует действия, обеспечивающие соединение с логическими объектами в разных сетях и преобразует информацию в сообщениях с тем, чтобы они были понятны на обеих сторонах несхожих сетей. На Softswitch возлагается второй набор функций – управление.

Третий набор функций – предоставление услуг – возлагается на конечные сетевые узлы и абонентские устройства.

Настоящий курсовой проект посвящен расчету и проектированию элементов сети связи следующего поколения NGN/IMS (Next Generation Network/IP Multimedia Subsystem) участка железной дороги.

В задачи курсового проекта входят: развитие у студентов навыка научно-исследовательской и проектно-конструкторской работы в области сетей и систем NGN/IMS, ознакомление с основными протоколами, построение моделей сетевых элементов NGN для оценки вероятностно-временных характеристик процессов обслуживания вызовов/сессий при проектировании сетей связи следующего поколения, расчет численных параметров медиа-шлюзов и контроллеров этих шлюзов (Softswitch), принятие экономически и технически обоснованных инженерных решений, анализ научно-технической литературы в области современных телекоммуникаций, а также использование книг, стандартов, справочников, технической документации по NGN/IMS.

Для выполнения курсового проекта каждому студенту выдается задание, утвержденное заведующим кафедрой, содержащее текстовое описание и численные данные. Студент, заканчивая очередной этап работы (согласно графику выполнения курсового проекта), представляет готовый материал (описания, схемы, результаты расчетов и т. п.) для проверки правильности получения промежуточных результатов и направления дальнейших работ. В ходе выполнения курсовой работы студент должен выполнить формализацию описания сетевого оборудования NGN, построить обобщенную и детальную схемы, разработать описание работы сети. Итоги курсового проекта – техническая документация в виде пояснительной записки, содержащей результаты расчетов и схемы.

Автор выражает благодарность студентам 2016 года выпуска Шабатько А. А. и Веремейчику А. В. за помощь в разработке 10-го раздела и проверке соответствия исходных данных.

1 СЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА SOFTSWITCH

1.1 История возникновения

Эволюцию архитектуры систем с коммутацией каналов к архитектуре NGN/IMS с контроллером медиашлюзов Softswitch иллюстрирует рисунок 1.1.

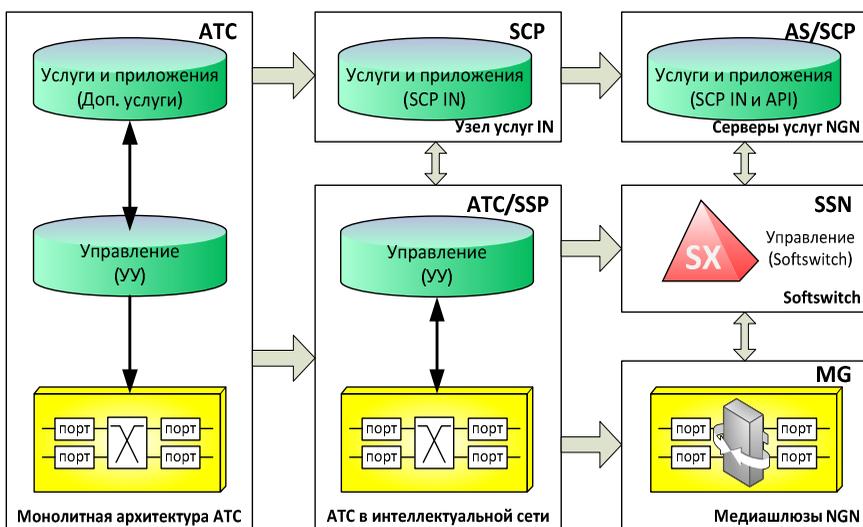


Рисунок 1.1 – Декомпозиция систем коммутации сетей TDM и NGN

Показанные в левой части рисунка 1.1 традиционные АТС (TDM-сети) с коммутацией каналов объединяют в одной структуре функции коммутации, функции управления обслуживанием вызовов, услуги и приложения, а также функции биллинга. Такие АТС представляют собой монолитную, закрытую структуру, как правило, не допускающую расширения или модернизации на базе оборудования других производителей [5].

Определенные попытки разрушить этот монолит предпринимались как снизу, через сеть доступа с помощью универсального интерфейса V5.2, так и сверху через интеллектуальную сеть с помощью протокола INAP (см. рисунок 1.1 – центральная часть). Эти попытки не были безуспешными, но

разрабатываемому таким образом оборудованию и программному обеспечению были свойственны высокая стоимость и длительное время их внедрения. Революционное изменение ситуации принес Softswitch (см. рисунок 1.1 – правая часть). Он в корне изменил традиционную закрытую структуру систем коммутации, внедрил принципы компонентного построения сети и открытые стандартные интерфейсы между тремя основными функциями: коммутации, управления обслуживанием вызовов, услуг и приложений. В такой открытой распределенной структуре могут свободно использоваться функциональные компоненты разных производителей.

Термин *Softswitch* был введен Айком Элиотом во время разработки интерфейса между АТС с коммутацией каналов и системой интерактивного речевого взаимодействия IVR. Позже им были введены понятия *Call Agent* и *Media Gateway* и начата разработка контроллера транспортного шлюза *MGC (Media Gateway Controller)*, функции которого, как и функции *Call Agent*, выполняет *Softswitch*. Через год Кристиан Хюйтема создал протокол управления шлюзами сигнализации *SGCP (Signaling Gateway Control Protocol)*. На базе этих разработок в IETF была создана первая спецификация протокола управления шлюзами *MGCP (Media Gateway Control Protocol)*. Это одна ветвь родословной *Softswitch*.

Другим предшественником *Softswitch* является привратник *GK (Gatekeeper)*, заимствованный из технологии H.323. Согласно принципам рекомендации H.323, привратник управляет действиями в определенной зоне сети, представляющей собой один или совокупность нескольких шлюзов. При этом привратник рассматривается как логическая функция, а не как физический объект.

В данном учебном пособии *Softswitch* определяется как носитель интеллектуальных возможностей сети, который координирует управление обслуживанием вызовов, сигнализацию и функции, обеспечивающие установление соединения через одну или несколько сетей.

Необходимо обратить внимание на то, что *Softswitch* (в пособии используется также термин *гибкий коммутатор*) – это не только одно из сетевых устройств, но и сетевая архитектура и даже, в определенной степени, – идеология построения сети. В первую очередь, *Softswitch* реализует функции *Call Agent*, управляя обслуживанием вызовов, то есть распознаванием и обработкой цифр номера для функций маршрутизации, и распознаванием момента ответа вызываемой стороны, момента, когда один из абонентов кладет трубку, а также регистрацией этих действий для начисления платы.

Таким образом, *Softswitch* координирует обмен сигнальными сообщениями между сетями, то есть поддерживает функции шлюза сигнализации

SG (Signaling Gateway), управляет действиями, обеспечивающими соединение с логическими объектами в разных сетях, и преобразует информацию в сообщениях с тем, чтобы они были понятны на обеих сторонах несхожих взаимодействующих сетей. Один Softswitch, как правило, управляет одновременно несколькими транспортными шлюзами. В сети может присутствовать несколько Softswitch, которые связаны между собой по протоколу SIP (возможно также по протоколу H.323 или протоколу ВСС) и согласованно управляют шлюзами, участвующими в соединении.

Для того, чтобы обеспечить взаимодействие транспортного шлюза и Softswitch, рабочей группой Megaco, организованной IETF, был создан протокол, опирающийся на описанный выше (см. рисунок 1.1) принцип декомпозиции шлюза, когда шлюз разбивается на следующие функциональные блоки:

- *транспортный шлюз Media Gateway*, который преобразует речевую информацию, поступающую со стороны ТфОП, в вид, пригодный для передачи по сетям с маршрутизацией пакетов IP, то есть кодирует и упаковывает в пакеты RTP/UDP/IP речевую информацию, а также производит обратное преобразование;

- *устройство управления шлюзом Media Gateway Controller (Softswitch, Call Agent)*, выполняющее функции управления шлюзом и содержащее весь интеллект декомпозированного шлюза;

- *шлюз сигнализации Signaling Gateway*, который обеспечивает доставку сигнальной информации, поступающей со стороны ТфОП, к устройству управления шлюзом и перенос сигнальной информации в обратном направлении, то есть, в частности, выполняет функции STP – транзитного пункта системы сигнализации по общему каналу ОКС7.

1.2 Архитектура Softswitch

1.2.1 Функциональные плоскости эталонной архитектуры Softswitch

Согласно эталонной архитектуре Softswitch в ней предусматриваются четыре, представленные на рисунке 1.2, функциональные плоскости [5]:

- транспортная;
- управления обслуживанием вызова и сигнализации;
- услуг и приложений;
- эксплуатационного управления.

Транспортная плоскость (Transport Plane) отвечает за транспортировку сообщений по сети связи. Этими сообщениями могут быть сообщения сигнализации, сообщения маршрутизации для организации тракта передачи информации, или непосредственно пользовательские речь и данные. Распо-

ложенный под этой плоскостью физический уровень переноса этих сообщений может базироваться на любой технологии, которая соответствует требованиям к пропускной способности для переноса трафика этого типа. Транспортная плоскость обеспечивает также доступ к сети IP-телефонии сигнальной и/или пользовательской информации, поступающей со стороны других сетей или терминалов.

Как правило, устройствами и функциями транспортной плоскости управляют функции плоскости управления обслуживанием вызова и сигнализацией, рассматриваемой в следующем подразделе.

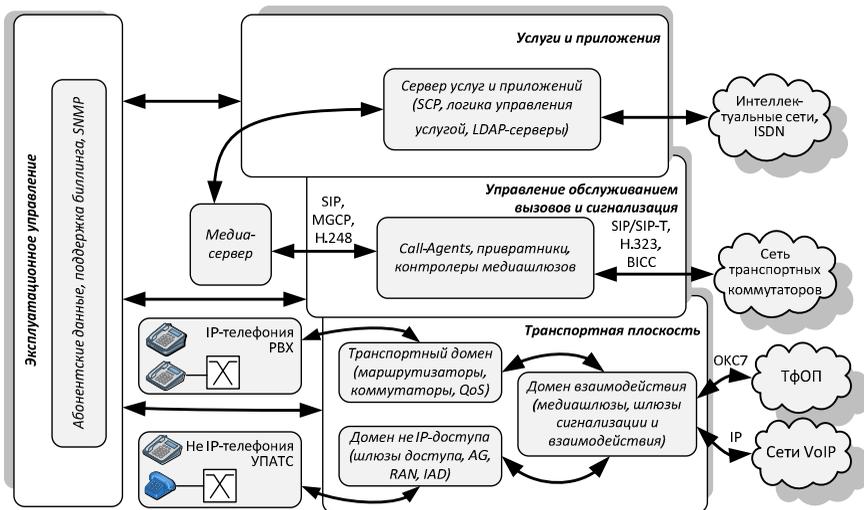


Рисунок 1.2 – Функциональные плоскости эталонной архитектуры Softswitch

Сама транспортная плоскость делится на три домена:

1 Домен транспортировки по протоколу IP (IP Transport Domain) поддерживает магистральную сеть и маршрутизацию для транспортировки пакетов через сеть IP-телефонии. К этому домену относятся такие устройства, как коммутаторы, маршрутизаторы, а также средства обеспечения качества обслуживания QoS (Quality of Service).

2 Домен взаимодействия (Interworking Domain) включает в себя устройства преобразования сигнальной или пользовательской информации, поступающей со стороны внешних сетей, в вид, пригодный для передачи по сети IP-телефонии, а также обратное преобразование. В этот домен входят такие устройства, как шлюзы сигнализации (Signaling Gateways), обеспечивающие преобразование сигнальной информации между разными транспортными уровнями; транспортные шлюзы или медиашлюзы (Media Gateways), вы-

полняющие функции преобразования пользовательской информации между разными транспортными сетями и/или разными типами мультимедийных данных; и шлюзы взаимодействия (Interworking Gateways), обеспечивающие взаимодействие различных протоколов сигнализации на одном транспортном уровне.

3 Домен доступа, отличного от IP (Non-IP Access Domain), предназначен для организации доступа к сети IP-телефонии различных IP-несовместимых терминалов. Он состоит из шлюзов Access Gateways для подключения учрежденческих АТС, аналоговых кабельных модемов, линий xDSL, транспортных шлюзов для мобильной сети радиодоступа стандарта GSM/3G, а также устройств интегрированного абонентского доступа IAD (Integrated Access Devices) и других устройств доступа. Что же касается IP-терминалов, например, SIP-телефонов, то они непосредственно подключаются к домену транспортировки по протоколу IP без участия Access Gateway.

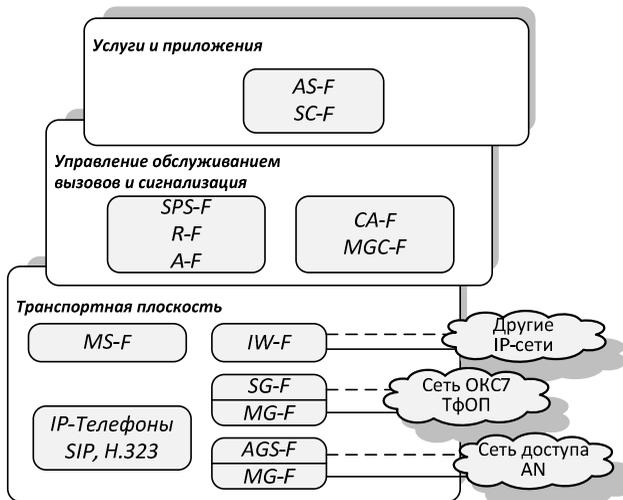
Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации (Call Control & Signaling Plane) управляет основными элементами сети IP-телефонии и, в первую очередь, теми, которые принадлежат транспортной плоскости. В этой плоскости ведется управление обслуживанием вызова на основе сигнальных сообщений, поступающих из транспортной плоскости, устанавливаются и разрушаются соединения, используемые для передачи пользовательской информации по сети. Плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации включает в себя такие устройства, как контроллер медиашлюзов MGC (Media Gateway Controller), сервер управления обслуживанием вызова Call Agent, привратник Gatekeeper и LDAP-сервер.

Плоскость услуг и приложений (Service & Application Plane) реализует управление услугами и/или приложениями в сети IP-телефонии, их логику и выполнение. Устройства в этой плоскости содержат логику услуг и управляют этими услугами путем взаимодействия с устройствами, находящимися в плоскости управления обслуживанием вызова и сигнализации. Плоскость услуг и приложений состоит из таких устройств, как серверы приложений Application Servers и серверы дополнительных услуг Feature Servers. Плоскость услуг и приложений может также управлять специализированными компонентами передачи пользовательской информации, например, медиа-серверами, которые выполняют функции конференцсвязи, IVR и т. п.

Плоскость эксплуатационного управления (Management Plane) поддерживает функции активизации абонентов и услуг техобслуживания, биллинга и другие функции эксплуатационного управления сетью. Плоскость эксплуатационного управления может взаимодействовать с некоторыми или со всеми тремя плоскостями либо по стандартному протоколу (например, по протоколу SNMP), либо по внутренним протоколам и интерфейсам API.

1.2.2 Функциональные объекты

Функциональными объектами эталонной архитектуры Softswitch являются логические объекты сети IP-телефонии. Выделяются 12 основных функциональных объектов, относительно которых следует, прежде всего, подчеркнуть, что это суть функции, а не физические продукты. Последнее означает, что разные функциональные объекты могут физически располагаться в разных автономных устройствах или многофункциональных платформах, то есть что существует практически неограниченное число способов отображения функциональных объектов в физические объекты. Изменим рисунок 1.2 таким образом, чтобы разместить эти 12 автономных функциональных объектов (ФО) на плоскостях эталонной архитектуры Softswitch (рисунок 1.3) [5].



AS-F – ФО сервера приложений; SC-F – ФО управления услугами;
CA-F – ФО устройства управления шлюзом; MGC-F – ФО контроллера медиашлюзов;
SPS-F – ФО прокси-сервера SIP; R-F – ФО маршрутизации вызова;
A-F – ФО учета, авторизации, аутентификации; MS-F – ФО транспортного сервера;
SG-F – ФО шлюза сигнализации; MG-F – ФО медиашлюза;
IW-F – ФО взаимодействия; AGS-F – ФО сигнализации шлюза доступа

Рисунок 1.3 – Функциональные объекты эталонной архитектуры Softswitch

ФО контроллера медиашлюзов MGC-F (*Media Gateway Controller Function*) представляет собой конечный автомат логики обслуживания вызова и сигнализации, управления их обслуживанием для одного или более транспортных шлюзов. MGC-F определяет состояние каждого вызова в медиашлюзе и состояние информационных каналов в интерфейсах MG-F, пе-

редает информационные сообщения пользователя между двумя MG-F, а также между IP-телефонами или терминалами, отправляет и принимает сигнальные сообщения от портов, от других MGC-F и от внешних сетей, взаимодействует с AS-F для предоставления услуг пользователю, имеет возможность управлять некоторыми сетевыми ресурсами, имеет возможность устанавливать правила для портов пользователя, взаимодействует с R-F и A-F для обеспечения маршрутизации вызова, аутентификации и учета, а также может участвовать в задачах эксплуатационного управления в мобильной среде. Функциональный объект MGC-F обычно использует протоколы H.248 и MGCP.

ФО устройства управления шлюзом CA-F (Call Agent Function) и взаимодействия IW-F (Interworking Function) являются подмножествами MGC-F. Первый из них, CA-F, существует, когда MGC-F управляет обслуживанием вызова и определяет его состояния. Протоколами этого функционального объекта могут являться *SIP, SIP-T, BICC, H.323, Q.931, Q.SIG, INAP, ISUP, TCAP, BSSAP, RANAP, MAP* и *TCAP*, а в качестве интерфейсов API используются любые открытые API типа *JAIN* или *Parlay*. Второй функциональный объект, IW-F, существует, когда MGC-F обеспечивает взаимодействие между разными сетями сигнализации, например, IP и ATM, OCS7 и SIP/H.323 и т. п.

ФО маршрутизации и учета стоимости вызовов R-F и A-F (Call Routing и Accounting Functions) работают следующим образом. ФО R-F предоставляет информацию о маршрутизации вызова ФО MGC-F. ФО A-F собирает учетную информацию о вызовах для целей биллинга, а также может выполнять более широкий спектр функций AAA, т.е. обеспечивать аутентификацию, идентификацию и учет в удаленных сетях.

Основная роль обоих функциональных объектов – реагировать на запросы, поступающие от одного или более MGC-F, направляя вызов или учетную информацию о нем к входящим портам (другим MGC-F) или услугам (AS-F). Функциональный объект R-F/A-F обеспечивает функцию маршрутизации для локальных и межсетевых вызовов (R-F), фиксирует детали каждого сеанса связи для целей биллинга и планирования (A-F), обеспечивает управление сеансом и управление мобильностью, может узнавать о маршрутной информации от внешних источников, может взаимодействовать с AS-F для предоставления услуги пользователю, может функционировать прозрачно для других элементов в тракте сигнализации. Здесь R-F и A-F могут сцепляться друг с другом последовательно или иерархически и к тому же R-F/A-F часто объединяется с MGC-F, причем объединенный R-F/A-F/MGC-F может также запрашивать услуги внешнего R-F/A-F. Сам A-F собирает и сообщает учетную информацию по каждому вызову, а AS-F выдает учетную информацию о предоставлении дополнительных услуг, таких как конференцсвязь или платные информационные услуги. Функция маршрутизации для ло-

кальных и межсетевых вызовов R-F может использовать протоколы *ENUM* и *TRIP*, а функция стоимости вызовов A-F может использовать протоколы *RADIUS* или *Diameter*.

ФО SIP-прокси-сервера SPS-F (*SIP Proxy Server Function*) выделен в отдельный функциональный объект по той причине, что чаще всего R-F и A-F конструктивно оформляются в виде прокси-сервера SIP.

ФО шлюза сигнализации SG-F (*Signaling Gateway Function*) служит для обмена сигнальной информацией между сетью IP-телефонии и ТфОП, которая, как правило, передается на базе ОКС7. Для сетей подвижной связи ФО SG-F представляет собой также шлюз для обмена сигнальной информацией между транзитной пакетной IP-сетью и сетью сотовой подвижной связи (СПС) с коммутацией каналов на базе стека ОКС7. Основная роль ФО SG-F заключается в пакетировании и транспортировке протоколов стека ОКС7 в ТфОП (ISUP или INAP) или в СПС (MAP или CAP) по сети с коммутацией пакетов IP. Для этого функциональный объект SG-F пакетирует и транспортирует протоколы сигнализации ОКС7, используя методы SIGTRAN для передачи к MGC-F или другому SG-F. Один ФО SG-F может обслуживать много MGC-F, а интерфейсом между SG-F и другими функциональными объектами являются протоколы SIGTRAN типов TUA, SUA и M3UA over SCTP, за исключением ситуаций, когда SG-F и MGC-F или другой SG-F объединены в одном месте.

ФО сигнализации шлюза доступа AGS-F (*Access Gateway Signaling Function*) служит для обмена сигнальной информацией между сетью IP-телефонии и сетью доступа с коммутацией каналов на базе интерфейса V5.1/V5.2 или ISDN. Для беспроводных сетей подвижной связи ФО AGS-F представляет собой также шлюз для обмена сигнальной информацией между транзитной сетью подвижной связи с коммутацией пакетов и сетью СПС на базе технологий TDM или ATM. Основная роль ФО AGS-F заключается в пакетировании и транспортировке протоколов сигнализации интерфейсов V5 или ISDN (для проводных сетей), или BSSAP или RANAP (для беспроводных сетей) по сети с коммутацией пакетов IP. ФО AGS-F пакетирует и транспортирует к ФО MGC-F протоколы сигнализации V5, ISDN или ОКС7, используя протоколы SIGTRAN типов M3UA, IUA и V5UA over SCTP.

ФО сервера приложений AS-F (*Application Server Function*) обеспечивает логику и выполнение услуг для одного или более приложений. ФО AS-F может запрашивать у ФО MGC-F прекращение вызовов или сеансов связи для определенных приложений (например, речевой почты или конференц-связи), может запрашивать у ФО MGC-F повторное инициирование услуг связи (например, сопровождающего вызова или звонков по предоплаченной телефонной карте), может изменять описания потоков пользовательских данных, участвующих в сеансе, путем использования протокола SDP, может управлять MS-F для обслуживания потоков пользовательской ин-

формации, может компоноваться с web-приложениями или иметь web-интерфейсы, может использовать открытые API типа JAIN или Parlay для создания услуг, может иметь внутренние интерфейсы алгоритма распределения ресурсов, биллинга и регистрации сеансов, может взаимодействовать с функциональными объектами MGC-F или MS-F, может вызывать другой ФО AS-F для предоставления дополнительных услуг или для построения составных, ориентированных на компоненты приложений, может использовать функциональные возможности MGC-F для управления внешними ресурсами. Для всех этих целей используются протоколы SIP, MGCP, H.248, LDAP, HTTP, CPL и XML. Совместное использование функциональных объектов AS-F и MGC-F обеспечивает поддержку составных услуг управления обслуживанием вызовов, таких как сетевые записанные объявления, трехсторонняя связь, уведомление о поступлении нового вызова и т. д. В ситуациях, когда функции AS-F и MGC-F реализованы в одной системе, вместо подключения ФО AS-F к MGC-F по одному из вышеуказанных протоколов производители часто используют API типа JAIN или Parlay.

ФО управления услугами SC-F (*Service Control Function*) существует, когда ФО AS-F управляет логикой услуг. ФО SC-F использует протоколы INAP, CAP и MAP, а также открытые API типа JAIN и Parlay.

ФО медиашлюза MG-F (*Media Gateway Function*) обеспечивает сопряжение IP-сети с портом доступа, соединительной линией или с совокупностью портов и/или соединительных линий, служа тем самым шлюзом между пакетной сетью и внешними сетями с коммутацией каналов, такими как ТфОП или СПС. Его основная роль состоит в преобразовании пользовательской информации из одного формата передачи в другой, чаще всего, из канального вида в пакетный и обратно. ФО MG-F всегда состоит в отношениях ведущий/ведомый с ФО MGC-F с использованием протокола управления MGCP или Megaco/H.248; может выполнять функции обработки пользовательской информации, такие как кодирование, пакетирование, эхокомпенсацию, управление буферами, устранения джиттера, корректирующие действия при потерях пакетов и др.; может выполнять функции обслуживания пользовательских соединений, такие как генерирование акустических сигналов, генерирование сигналов DTMF, генерирование комфортного шума и др., а также выполнять анализ цифр на базе таблицы, загружаемой от ФО MGC-F; может выполнять функции сигнализации и обнаружения событий передачи пользовательской информации, такие как обнаружение сигналов DTMF, обнаружение состояний отбоя/ответа абонента, детектирование наличия речевых сигналов и др.

Таким образом, ФО MG-F обеспечивает механизм, позволяющий ФО MGC-F контролировать состояние и функциональные возможности портов, требуя знания состояния вызовов, проходящих через него, поддерживая только состояние соединений. Используются протоколы RTP/RTCP и H.248.

ФО медиасервера MS-F (*Media Server Function*) обеспечивает управление обработкой пользовательского пакетного трафика от любых приложений. В основном, он функционирует в качестве сервера, обслуживающего запросы от AS-F или MGC-F в части выполнения обработки пользовательской информации в пакетированных потоках мультимедиа. ФО MS-F поддерживает различные кодеки и схемы кодирования, может управляться AS-F или MGC-F непосредственно (управление ресурсами) или косвенно (вызов функции), с использованием протоколов SIP и H.248. Функциональный объект MA-F может параллельно поддерживать обнаружение набираемых цифр, генерирование и передачу акустических сигналов и записанных сообщений, регистрацию и запись мультимедийных потоков, распознавание речи, речевое воспроизведение текста, микширование для конференц-связи, обработку факсимильных сообщений, определение наличия речевых сигналов и передачу информации о громкости.

Все упомянутые на рисунке 1.3 функциональные объекты CA-F, IW-F, R-F и A-F могут совмещаться в одной физической платформе или распределяться по разным устройствам, которые в совокупности дают итоговое техническое решение MGC. В свою очередь, из соображений надежности и/или распределения нагрузки MGC может быть реализован на параллельно работающих устройствах со всеми перечисленными функциями в каждом.

1.2.3 Модуль контроллера медиашлюзов

Контроллер медиашлюзов MGC является одним из ключевых элементов сети IP-телефонии. Имеется множество различных реализаций MGC, в связи с чем он известен под разными именами: Softswitch, Call Agent, Call Controller, Telephone Server и др. На рисунке 1.4 представлены только некоторые из множества возможностей функциональной компоновки MGC согласно эталонной архитектуре ISC.

Как видно на рисунке 1.4, в большинстве современных контроллеров медиашлюзов MGC, помимо MGC-F, реализованы и другие функциональные объекты.

В частности, в представленный на рисунке контроллер MGC входят функциональные блоки:

- менеджера сеансов соединения Connection Session Manager (MGC-F);
- управления обслуживанием вызова и сигнализации (CA-F);
- менеджера взаимодействия Interworking/Border Connection Manager (IW-F);
- менеджера сеансов доступа Access Session Manager (R-F/A-F);
- шлюз доступа к открытым услугам Open Service Access Gateway;
- модули-посредники приложений (Proxies);
- агенты системы эксплуатационной поддержки OSS и OEM, которые

подключаются к внешним менеджерам OSS/OEM, расположенным в центре эксплуатационной поддержки, для обеспечения функций сетевого управления, подготовки к работе услуг и сети, техобслуживания и т. д.

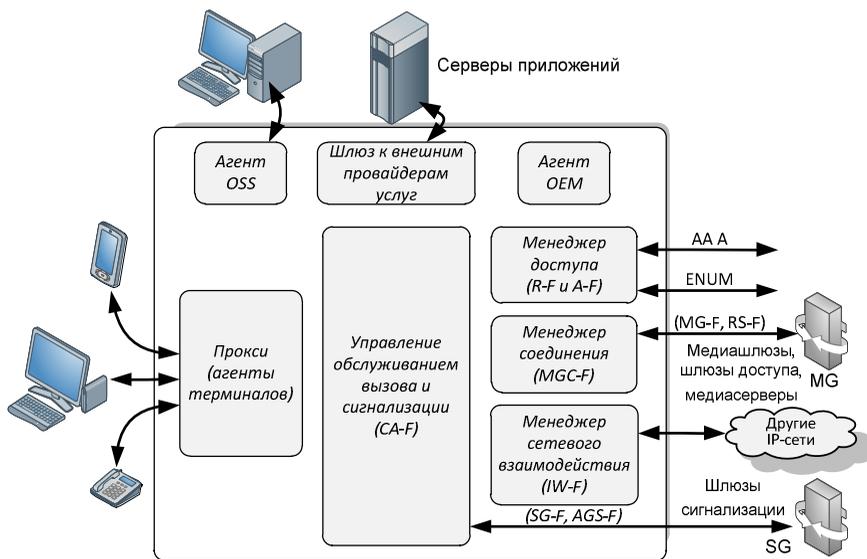


Рисунок 1.4 – Модули контроллера транспортных шлюзов в эталонной архитектуре IS-C

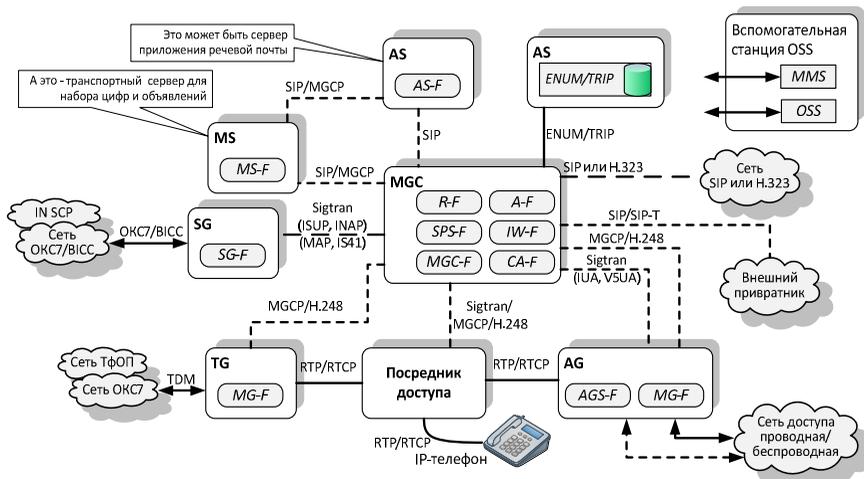
Все упомянутые на рисунке 1.4 функциональные объекты CA-F, IW-F, R-F и A-F могут совмещаться в одной физической платформе или распределяться по разным устройствам, которые в совокупности дают итоговое техническое решение MGC. В свою очередь, из соображений надежности и/или распределения нагрузки MGC может быть реализован на параллельно работающих устройствах со всеми перечисленными функциями в каждом.

Для иллюстрации вышеизложенного рассмотрим пример реализации функций Softswitch (рисунок 1.5).

В этом примере Softswitch управляет шлюзами между сетью ТфОП/IN и IP-сетью, транспортными шлюзами и транспортными серверами посредством своего функционального объекта MGC-F, используя соответствующие протоколы управления шлюзами.

Кроме того, MGC обменивается сигнальными сообщениями с портами, другими Softswitch и внешними сетями. Эту функцию выполняет модуль управления обслуживанием вызова и сигнализации (CA-F), который также сохраняет данные о состоянии процесса обслуживания каждого вызова.

В представленной на рисунке 1.5 схеме Softswitch реализованы и другие функциональные объекты, а именно: маршрутизации и учета стоимости вызовов (R-F/A-F), прокси-сервера SIP (SPS-F) и менеджера пограничных соединений (IW-F). Кроме того, Softswitch взаимодействует через модуль шлюза открытых услуг Open Service Gateway Block с серверами приложений для поддержки услуг, которые не являются «родными» для Softswitch, а подключаются посредством различных протоколов управления услугами и API, таких как SIP, JAIN и Parlay.



Примечание – Пунктирные линии представляют собой реализацию информационных потоков, полученную в результате выбора протокола и интерфейсов в соответствии с требованиями к обслуживанию. Данный рисунок и выбор протоколов приведен только в информационных целях.

Рисунок 1.5 – Реализация контроллера транспортных шлюзов в эталонной архитектуре IPCC

В заключение перечислим функциональные элементы Softswitch и соответствующие им протоколы и/или интерфейсы API.

AS-F (Application Server Function):

- SIP, MGCP, H.248, LDAP;
- HTTP, CPL, XML;
- Open APIs (JAIN, PARLAY и т. д.).

SC-F (Service Control Function):

- INAP, CAP, MAP;
- Open APIs (JAIN, PARLAY и т. д.).

MS-F (Media Server Function):

- SIP, MGCP, H.248.

SG-F (Signaling Gateway Function):
– Sigtran (TUA, SUA, M3UA over SCTP).

IW-F (Interworking Function) Protocols:
– H.323/SIP, IP/ATM.

MG-F (Media Gateway Function):
– RTP/RTCP, TDM;
– H.248, MGCP.

ASG-F (Access Signaling Gateway Function):
– Sigtran (M3UA, IUA, V5UA over SCTP).

CA-F (Call Agent Function):
– SIP, SIP-T, BICC, H.323;
– Q.931, Q.SIG, INAP, ISUP, TCAP.

1.3 Протоколы сигнализации

Архитектура Softswitch изначально разрабатывалась для применения в сетях NGN. Но не все сети являются таковыми, поэтому необходимо осуществлять также взаимодействие с сетями, построенными ранее. Обмен информацией между объектами как внутри сети, так и между разными сетями происходит при помощи различных протоколов сигнализации. Для обеспечения возможности такого взаимодействия Softswitch поддерживает различные виды сигнализации: для управления соединениями, для взаимодействия Softswitch между собой, для управления транспортными шлюзами.

Основные протоколы сигнализации управления соединениями следующие: SIP (включая SIP-T), OKC7 и H.323. В качестве опций могут использоваться протокол E-DSS1 доступа ISDN, протокол абонентского доступа через интерфейс V5 (или его SIGTRAN-версии V5U), а также все еще актуальная для отечественных сетей связи сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам R1.5. Протоколами сигнализации для управления транспортными шлюзами являются: MGCP и Megaco/H.248, а для взаимодействия между Softswitch – SIP-T и BICC. Благодаря этим протоколам появляется возможность обеспечить децентрализацию услуг телефонии, причем возможен вариант управления услугами со стороны пользователя. Рассмотрим эти протоколы несколько подробнее [6, 11].

1.3.1 Протокол SIP

Протокол инициирования сессий SIP (*Session Initiation Protocol*) предназначен для установления, модификации, разрушения речевых и мультимедийных соединений в сеансах IP-телефонии (VoIP), мультимедийной конференцсвязи и передачи данных в сети NGN [7].

Структура протокола SIP. В некотором смысле прародителем протокола SIP является протокол HTTP. Протокол SIP унаследовал от него синтаксис и принцип «клиент-сервер», включает текстовые запросы и отклики, содержащие поля заголовков, в которых передается информация об обслуживании и характеристиках соединения. В типовом варианте SIP применяется поверх протоколов UDP. Существует разновидность протокола SIP под названием SIP-T (SIP for Telephones, RFC 3372) с механизмами согласования традиционной телефонной сигнализации с сигнализацией SIP. Его задачей является выполнение трансляции сообщений протокола и обеспечения прозрачности транспортировки его свойств через точки взаимосвязи ТфОП–IP. Протокол SIP применяется также для взаимодействия оконечных устройств (например, SIP-телефонов) с пакетной сетью. Далее в курсовом проекте при расчете шлюза доступа будет учитываться нагрузка, создаваемая SIP-терминалами.

Транзакции. SIP – протокол, ориентированный на транзакции: взаимодействие между элементами сети путем периодического обмена сообщениями. Транзакция состоит из запроса и любого количества ответов на него. Обязательно должен присутствовать один (и только один) окончательный ответ и, опционально, один или несколько предварительных ответов. Транзакция имеет клиентскую сторону и серверную сторону, соответственно, они носят название клиентской и серверной транзакции. Клиентская транзакция занимается отправкой запросов, а серверная транзакция – отправкой ответов. Они создаются агентами пользователя и прокси-серверами с сохранением их состояний (stateful).

Адресация. Для организации взаимодействия с существующими приложениями IP-сетей и для обеспечения мобильности пользователей протокол SIP использует адрес, подобный адресу электронной почты. В качестве адресов рабочих станций используются универсальные идентификаторы ресурсов – так называемые SIP URI.

SIP-адреса бывают четырех типов:

- имя@домен;
- имя@хост;
- имя@IP-адрес;
- номер_телефона@шлюз.

Таким образом, адрес состоит из двух частей. Первая часть – это имя пользователя, зарегистрированного в домене или на рабочей станции. Во второй части адреса указывается имя домена, рабочей станции или шлюза. Если вторая часть адреса идентифицирует какой-либо шлюз, то в первой указывается телефонный номер абонента. В начале SIP-адреса ставится слово «sip:», указывающее, что используется схема адресации SIP, так как бывают и другие схемы адресации (например, «mailto:»).

Примеры адресации протокола SIP:

sip:userA@bsut.by; sip:userB@192.168.0.14; sip:387-76-58@gateway.by.

Протокол SIP предоставляет также возможность использования URI, гарантирующего защиту передаваемой информации, который называется SIPS URI. Например: sips:userB@domainB.ru. В случае, если вызов осуществляется с терминала с идентификатором SIPS URI, он будет проходить при использовании транспортного протокола TLS, обеспечивающего защиту и шифрование всех SIP-сообщений, переданных от вызывающего пользователя в домен вызываемого пользователя. В пределах домена вызываемого пользователя механизмы обеспечения безопасности зависят от внутренней политики домена.

Структура сообщения. Протокол SIP – это текстовый протокол, использующий набор символов ISO 10646 в кодировке UTF-8. Запросы и ответы используют один базовый формат сообщения, одинаковый, несмотря на различия в наборе символов и синтаксисе. Сообщения состоят из: стартовой строки; заголовков (одного или несколько полей); пустой строки (обозначающей конец полей заголовков); тела сообщения (необязательно).

Каждое поле заголовка состоит из имени поля, символа «двоеточие» и значения поля: Имя заголовка: значение заголовка.

Формат значения заголовка зависит от имени заголовка: Имя заголовка: значение заголовка; имя параметра = значение параметра; имя параметра = значение параметра...

Запросы. В базовой рекомендации IETF RFC 3261 определены запросы шести типов: REGISTER, INVITE, ACK, CANCEL, BYE и OPTIONS. Подробное описание протокола SIP и всех его запросов приведено в справочнике.

Например, запрос INVITE – приглашает пользователя принять участие в сеансе связи:

```
INVITE sip:userB@domainB.ru SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP domainA.ru;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: User B <sip:userB@domainB.ru>
From: User A <sip:userA@domainA.ru>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@domainA.ru
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:userA@domainA.ru>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

1.3.2 Технология H.323

Сети на базе протоколов H.323 ориентированы на интеграцию с телефонными сетями и могут рассматриваться как сети ISDN, наложенные на IP-сети. Рекомендация H.323 предусматривает довольно сложный набор протоколов, который включает в себя три основных: протокол взаимодействия оконечного оборудования с привратником RAS, протокол управления

соединениями H.225 и протокол управления логическими каналами H.245. Для переноса сигнальных сообщений H.225 и управляющих сообщений H.245 используется протокол с установлением соединения и 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. Цель H.323 – обеспечить работу мультимедийных приложений в сетях с негарантированным качеством обслуживания. В число «объектов» H.323, как они названы в стандарте, включаются терминалы, мультимедийные шлюзы, устройства управления многоточечными конференциями и контроллеры зоны *Gatekeeper* [6].

1.3.3 Протокол MGCP

Протокол управления шлюзами MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) основан на обсуждавшемся выше принципе декомпозиции, согласно которому шлюз разбивается на отдельные функциональные блоки: транспортный шлюз MG, устройство управления MGC и шлюз сигнализации SG. Сам MGCP является внутренним протоколом, поддерживающим обмен информацией между функциональными блоками распределенного шлюза. Он использует принцип master/slave (ведущий/ведомый), причем MGC является ведущим, а транспортный шлюз – ведомым устройством, которое выполняет команды, поступающие от устройства управления. MGCP, будучи протоколом управления шлюзами, не предназначен для управления соединениями с участием терминального оборудования пользователей (IP-телефонами). Это означает, что в сети, построенной на базе протокола MGCP, для управления терминалами должен присутствовать привратник или SIP-сервер [6].

1.3.4 Протокол H.248/Megaco

Протокол управления транспортным шлюзом H.248/Megaco является развитием протокола MGCP. Так же, как и протокол MGCP, он является внутренним протоколом, который работает между функциональными блоками распределенного шлюза, а именно – между MGC и MG. Принцип действия этого протокола тот же – master/slave (ведущий/ведомый). Устройство управления MGC является ведущим, а транспортный шлюз MG – ведомым, т. е. шлюз MG выполняет команды, которые поступают к нему от устройства управления. Для переноса сигнальных сообщений Megaco/H.248 могут использоваться следующие транспортные протоколы: UDP, TCP, а также SCTP (*Stream Control Transport Protocol*). Поддержка протокола UDP является обязательным требованием для MGC. Протокол TCP должен поддер-

живаться как контроллером, так и шлюзом. Поддержка протокола SCTP 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. С другой стороны, ITU-T 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 [1, 6].

1.3.5 Протокол BICC

Протокол BICC, определяемый Рекомендацией ITU-T Q.1901, представляет собой протокол управления обслуживанием вызова, предполагавшийся для использования между «обслуживающими узлами» (Serving Nodes – SN). Название протокола расшифровывается как *Bearer Independent Call Control*, то есть протокол управления обслуживанием вызова, независимый от услуг доставки информации. BICC базируется на подсистеме ISUP стека OKC7. Это сделано для того, чтобы обеспечить согласование протокола с существующими услугами и сетями TDM. Протокол независим от транспортной технологии и использует уже существующие сигнальные протоколы для установления соединений на транспортном уровне [6].

1.3.6 Сигнализация SIGTRAN

Транспортировка информации сигнализации по технологии SIGTRAN поддерживает передачу сообщений протоколов OKC7 через IP-сеть и обеспечивает перенос информации протоколов сигнализации MTP-3, ISUP, SCCP, TCAP, MAP, INAP, уровня 3 протокола DSS1 (Q.931) сети с коммутацией каналов поверх IP. При транспортировке сигнальной информации через инфраструктуру IP-сети используется протокол передачи информации управления потоком *SCTP (Stream Control Transmission Protocol)* [6].

Курьером протокола SIGTRAN является *пользовательский уровень адаптации ISDN (IUA)* для доставки сообщений сигнальных протоколов сети ТФОП/ISDN от сигнального шлюза SG к контроллеру шлюзов MGC. Этим протоколом предусматривается также поддержка первичного и базового доступов ISDN (PRA и BRA) по Q.931 как для режима «точка-точка», так и для режима «точка-многоточка».

Пользовательский уровень адаптации MTP уровня 2 (M2UA) обеспечивает эмуляцию сигнального звена MTP между двумя узлами OKC7, а поль-

зовательский уровень адаптации МТР уровня 3 (МЗУА) – эмуляцию уровня 3 МТР в направлении его пользователей. В число функций последнего входят трансляция и отображение адреса, отображение потоков, управление работой при перегрузках и управление сетью.

Пользовательский уровень адаптации SCCP (SUA) обеспечивает доставку средствами сети IP сообщений подсистем-пользователей SCCP (MAP и CAP через TCAP, RANAP и т.д.). Архитектура такой доставки может представлять собой связь от SG к узлу IP (например, к резидентной базе данных IP) или связь между двумя оконечными точками, расположенными в пределах сети IP. Взаимодействие при помощи различных систем сигнализации происходит на уровне управления обслуживанием вызовов и сигнализации.

1.4 Варианты применения Softswitch в составе ЕСЭ

Регулирующие отечественный телекоммуникационный рынок документы предусматривают различные варианты Softswitch в зависимости от применения, места, занимаемого им в сети, а также от выполняемых функций. В этом курсовом проекте рассматриваются наиболее распространенные варианты использования технологии Softswitch. На рисунке 1.6 представлена обобщенная структура современного Softswitch [3, 8].

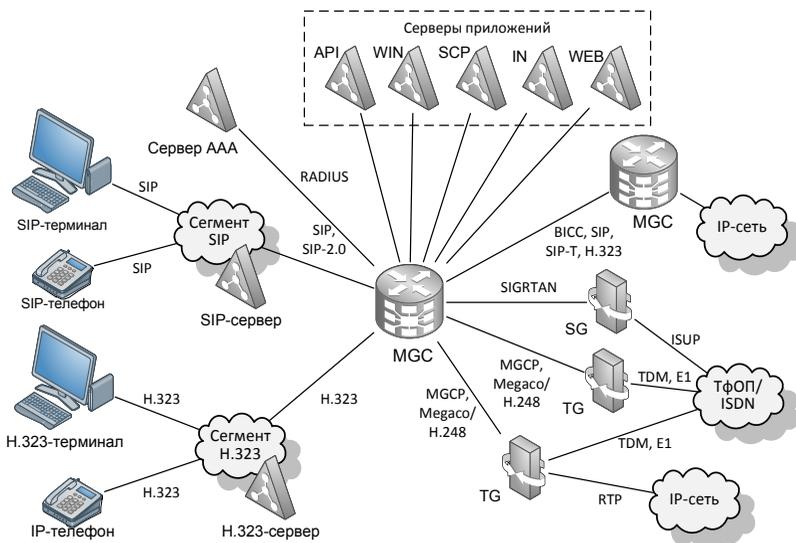


Рисунок 1.6 – Структура современного Softswitch

1.4.1 Softswitch в качестве транзитного узла

Оборудование Softswitch в качестве транзитного узла относится к классу IV. В тех зонах единой сети электросвязи (ЕСЭ), где имеется сегмент транспортной сети на базе технологии коммутации пакетов, оборудование Softswitch может использоваться для обеспечения транзита внутризонового трафика в пределах телефонной зоны или для транзита речевого трафика в местной сети связи (рисунок 1.7).

При внедрении технологии Softswitch обеспечивается повышение эффективности использования существующей транспортной сети с коммутацией пакетов за счет передачи по ней речевого трафика. Внедрение технологии Softswitch и технологии пакетной коммутации позволяет параллельно существующей инфраструктуре с коммутацией каналов создать сегмент сети NGN на базе коммутации пакетов. Вначале этот сегмент может использоваться, например, для пропуска пиковой нагрузки или для организации резервных маршрутов. Это позволит также отказаться от использования устаревших транзитных станций коммутации и заменить их коммутацией пакетов. Кроме того, при строительстве новых станций коммутации транзитная нагрузка между ними тоже может передаваться по сети с коммутацией пакетов.

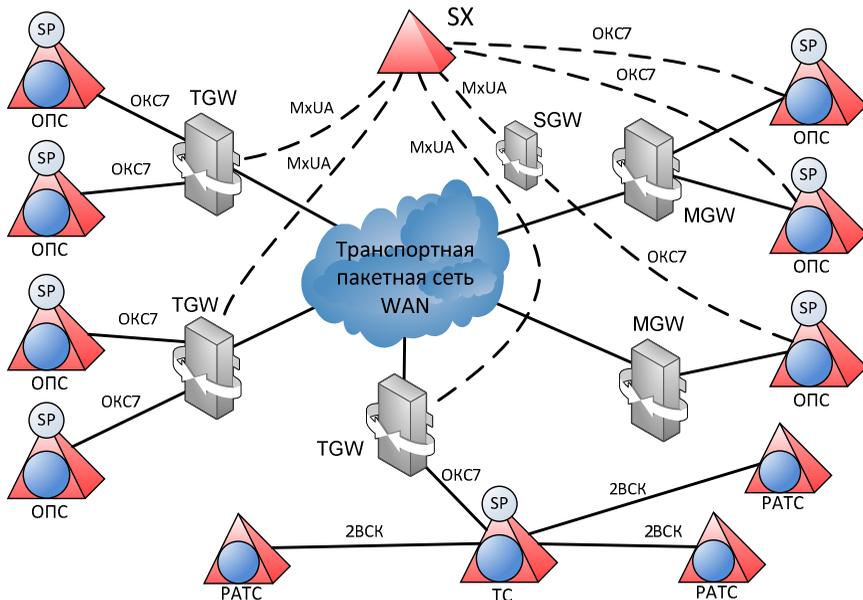


Рисунок 1.7 – Построение транзитного уровня ТфОП

К основным преимуществам внедрения технологий пакетной коммутации и технологии Softswitch для обслуживания телефонной нагрузки следует отнести создание сетевой инфраструктуры, которая может стать основой для организации распределенной системы коммутации, а также создания платформы по предоставлению дополнительных услуг, в том числе пользователям, подключенным к сети связи по IP. Кроме того, при использовании Softswitch возможно уменьшение в сети ОКС7 числа пунктов сигнализации, включая транзитные.

1.4.2 Softswitch в качестве распределенной оконечной станции коммутации

Оборудование Softswitch в качестве распределенной оконечной станции коммутации (Softswitch V класса) может использоваться для подключения оборудования абонентского доступа или оконечных (пользовательских) терминалов NGN и выполнять ряд функций обслуживания вызовов: прием и обработку сигнальной информации, ведение учета стоимости, сбор статистики. Функции же коммутации пользовательских соединений обеспечиваются шлюзами доступа (или оборудованием IP-концентраторов в случае SIP-телефонов). Оконечные станции местной сети могут быть заменены выносами, подключающимися через оптические линии к транспортной сети, что дает возможность развивать услуги на базе IP (рисунок 1.8) [10].

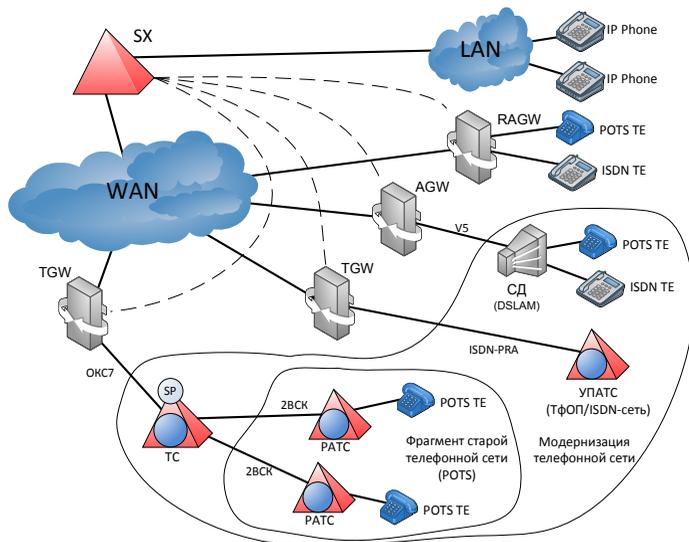


Рисунок 1.8 – Расширение абонентской емкости

К основным преимуществам организации распределенной оконечной станции на базе Softswitch и технологий коммутации пакетов относятся: расширение перечня предоставляемых услуг связи (услуги IP-Centrex, конвергентные услуги связи, услуги на базе шлюзов Parlay или серверов приложений); возможность создания выносов на базе AG; предоставления пользователям услуг телефонии по технологии VoIP с реализацией в шлюзах алгоритмов компрессии речи, уменьшающих требуемую полосу пропускания в 1,5–4 раза в зависимости от типа используемого кодека; предоставление пользователям делового сектора услуг VPN; увеличение количества точек присоединения телефонных сетей взаимодействующих операторов путем установки дополнительных шлюзов; создание из одной точки гибких тарифных планов в отношении абонентов всей сети, построенной на базе оборудования Softswitch.

1.4.3 Оборудование Softswitch в качестве распределенного узла коммутации услуг

Оборудование Softswitch базируется на технологии распределенной коммутации и позволяет организовать распределенный узел коммутации услуг SSP интеллектуальной сети, который обеспечивает доступ пользователей к интеллектуальным услугам, реализованным в существующих узлах управления услугами SCP. Функция коммутации услуг (SSF) реализуется за счет совместного функционирования шлюзов и контроллера шлюзов MGC. При этом функция интерфейса с SCP и функция управления установлением соединения при предоставлении интеллектуальных услуг реализуются в контроллере MGC. В качестве протокола взаимодействия между SSP и SCP используется протокол INAP-R (рисунок 1.9).

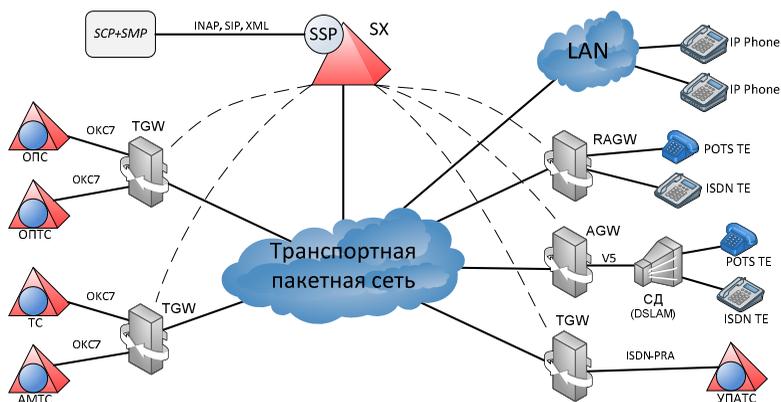


Рисунок 1.9 – Сетевая конфигурация ИСС

По сравнению с интеллектуальной сетью связи на базе классической платформы IN, организация распределенного узла SSP на базе оборудования Softswitch имеет следующие возможности [13]:

- *минимизации инвестиций на внедрение функции SSF*, так как в «классическом» варианте необходимо либо модернизировать все станции коммутации, в которых должна осуществляться обработка вызовов от пользователей интеллектуальными услугами, либо устанавливать оборудование выделенного SSP в нескольких сетевых точках;

- *минимизации инвестиций на расширение функций SSF* в случае модернизации или внедрения новых интеллектуальных услуг, так как в «классическом» варианте модернизировать приходится все точки SSP, а в случае распределенного SSP – только функции MGC;

- *организации доступа к интеллектуальным услугам*, реализованным как в сетях, базирующихся на технологии коммутации пакетов, так и в сетях, базирующихся на коммутации каналов, в рамках единой сетевой инфраструктуры;

- *предоставления расширенного списка интеллектуальных услуг* за счет серверов приложений, управляемых со стороны оборудования Softswitch;

- *предоставления дополнительных (интеллектуальных) услуг*, включая персональную мобильность, конвергентные услуги, требующие интеграции сетей связи.

1.4.4 Оборудование Softswitch в качестве распределенного узла телематических служб

В качестве распределенного узла телематических служб оборудование Softswitch позволяет создавать точки доступа в Интернет; предоставлять доступ к услугам местной и внутризонавой передачи речевой информации по сетям передачи данных с использованием нумерации телефонной сети; организовать передачу информации по сети передачи данных без использования нумерации телефонной сети (SIP-телефония); предоставлять услуги мультимедиа и т. д. Для предоставления услуг транспортировки информации по сети передачи данных без использования нумерации телефонной сети (IP-телефонии) необходимо обеспечить преобразование имен или адресов пользователей в адреса IP. Для этого используется система ENUM (система единых коммуникационных номеров), позволяющая по URI (единообразный идентификатор ресурсов) определить адрес IP. Такое предоставление услуг мультимедиа ориентировано на пользователей SIP-терминалов (рисунк 1.10).

Основным преимуществом использования решений на базе Softswitch при построении распределенного узла телематических служб является возможность использования единой сетевой инфраструктуры для предос-

тавления существующих и перспективных телематических услуг. При этом обеспечивается возможность гибкого внедрения новых дополнительных услуг за счет наличия в шлюзах Parlay стандартных прикладных интерфейсов; возможность обеспечения роуминга услуг за счет взаимодействия шлюзов Parlay, установленных в разных сетях, с сервером приложений, в котором реализована услуга; возможность гибкой тарифной политики; централизованный сбор тарифной и статистической информации; снижение эксплуатационных расходов за счет централизации точки контроля за предоставлением услуг.

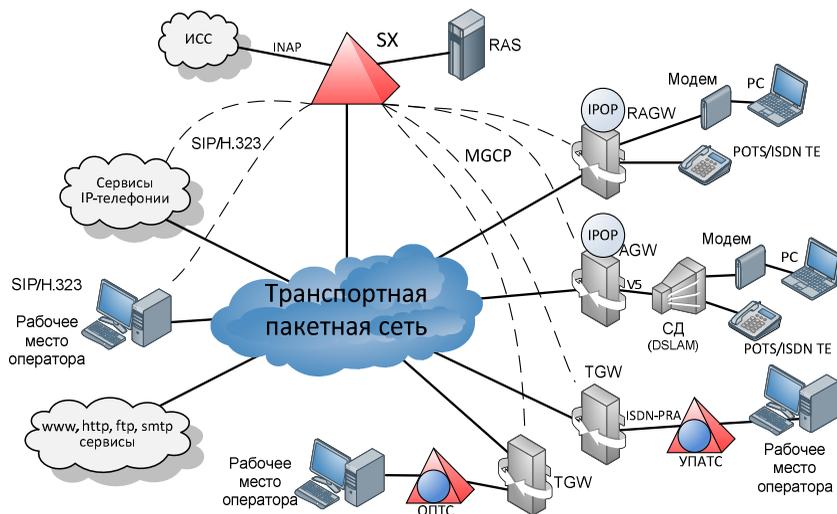


Рисунок 1.10 – Распределенный узел телематических служб

Необходимо отметить, что в зависимости от производителя оборудование Softswitch может быть ориентировано на одно или несколько из вышеперечисленных применений. Наибольший эффект от сети на базе оборудования Softswitch может достигаться только при наличии сети с коммутацией пакетов, обеспечивающей гарантированное качество обслуживания при передаче речевой информации. При этом оборудование Softswitch позволяет использовать его в нескольких сетевых сценариях, а именно: в качестве транзитной станции коммутации и местной оконечной станции коммутации, а также в качестве платформы для предоставления дополнительных (интеллектуальных и телематических) услуг [13].

2 ТЕХНОЛОГИЯ IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)

2.1 Общие сведения

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 инфокоммуникационных услуг. Ее авторство принадлежит международному партнерству Third Generation Partnership Project (3GPP), объединившему European Telecommunications Standardization Institute (ETSI) и несколько национальных организаций стандартизации.

Исторически к появлению IMS привело развитие двух технологий: эволюция интеллектуальных платформ и развитие технологии Softswitch.

Концепция IMS возникла в 2002 г. в результате эволюции базовой сети сотовой подвижной связи третьего поколения UMTS, когда к сети на базе технологии Softswitch была добавлена область управления мультимедийными сеансами на базе протокола SIP. В дальнейшем эта концепция была взята за основу Комитетом ETSI-TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) для использования в сетях с различными технологиями доступа (WLAN/Wi-Fi, xDSL, LTE).

Необходимость модернизации концепции Softswitch стала понятна в период 2005–2006 гг., когда была сформулирована стратегия развития концепции NGN. Можно выделить следующие движущие силы перехода от концепции Softswitch к новой концепции [3, 8, 14]:

1 Развитие мобильных сетей связи привело к тому, что большая часть абонентов NGN имеют также и сотовые телефоны. В результате у пользователей возникает естественное желание реализовать функции сотовых сетей в терминалах NGN (например, функции роуминга) и функции широкополосного доступа в сотовых сетях. Развитие сотовых сетей от 2,5G к сетям 3G и 4G логично приводит к идее конвергенции сотовых и широкополосных сетей.

2 В последние несколько лет получила распространение концепция персонификации услуг связи. Революция в области услуг, которая началась с эпохой NGN, породила очень сложный и многообразный мир новых услуг. В результате абонент NGN потенциально может пользоваться тысячей различных услуг. Но в жизни абонента интересует всего несколько десятков услуг, которые нужны ему для работы или отдыха. Набор услуг для каждого абонента оказывается своим, т. е. набор услуг становится персонифициро-

ванным. Технология Softswitch сделала первые шаги к персонализации услуг, но их оказалось недостаточно для дальнейшего развития.

3 С персонализацией услуг тесно связаны новые требования по роумингу абонентов NGN. Предположим, что абонент NGN получает персонализированный набор услуг в одной из точек сети. Если он переместится в другую точку, то логично должен получить этот же набор услуг. Это и можно трактовать как концепцию роуминга услуг в современной сети NGN.

4 Наконец, сильным толчком к изменению концепции управления стал переход от концепции услуг Triple Play (объединения данных, речи и видео) к концепции 4Play (Triple Play + мобильность абонента). В результате новая концепция потребовала мобильности широкополосных абонентов, и вся технология сотовых сетей (перехват, сопровождение, роуминг и пр.) оказалась востребованной для систем NGN.

Подытоживая сказанное, можно констатировать, что требования нового времени сводятся к тому, что абоненты NGN становятся мобильными, абоненты сотовых сетей – широкополосными, а услуги обеих сетей – персонализированными.

Новой концепцией стала технология IMS (*IP Multimedia Subsystem*). С точки зрения эволюции сетей появление IMS – закономерный результат общего движения по пути конвергенции современных технологий. В рамках этой тенденции объединение LAN и WAN в единую мультисервисную сеть можно рассматривать как первый шаг по пути конвергенции. Объединение традиционной телефонии и технологий VoIP в единую технологию IP-телефонии стало вторым шагом. Объединение разнородных услуг на основе концепции Triple Play можно считать третьим шагом по пути глобальной конвергенции сетей связи, а закономерным результатом эволюции является объединение проводных и беспроводных технологий под общим флагом IMS.

Концепции Softswitch и IMS имеют много общего: и та и другая делятся на уровни (плоскости), предоставление всех услуг осуществляется на базе IP-сети, существует разделение функций управления вызовом и коммутации. Но в концепции IMS появляется новая функция – сервер пользовательских данных HSS. Данные, хранящиеся в HSS, используются для регистрации пользователя в IMS, аутентификации пользователя, взаимодействия с функциями учета стоимости, определения профилей и параметров услуг для данного пользователя.

Как следствие, решения IMS значительно расширяют возможности конечного пользователя за счет предоставления расширенного набора услуг, в том числе тех, которые были невозможны или экономически неэффективны в сетях TDM или в сетях NGN на Softswitch.

Технология IMS в настоящее время стандартизирована в деталях и описана в международных рекомендациях ITU-T, ETSI-TISPAN и других организаций.

2.2 Основы технологии IMS

В основу новой концепции управления на основе IMS были положены несколько принципов, которые определили технические решения IMS [14].

1 Вместо понятия «абонент» в системе IMS предлагается понятие «абонентская сеть». Тем самым изначально учитывается тенденция к увеличению количества пользовательских устройств в сети, а также специфика конвергенции в сетях доступа NGN.

2 В систему управления добавляется домашний (основной) сервер абонентов HSS (*Home Subscriber Server*) как эквивалент домашнего регистра положения HLR (*Home Location Register*) – системы учета местоположения абонентов. Она используется в процессах биллинга, роуминга и контроля местоположения абонента.

3 В основу построения ядра управления IMS положена концепция Softswitch с разделением процедур управления между различными устройствами.

4 Для обеспечения требуемой функциональности системы IMS необходимо существенно усложнить архитектуру управляющего ядра, что приведет к декомпозиции MGC из Softswitch на несколько элементов.

Первое качественное отличие концепции IMS от концепции Softswitch – это понятие абонентской сети. Дело в том, что концепция Softswitch пришла из компьютерной телефонии и по этой причине в ней в первую очередь рассматривались только телефонные абоненты. Специфика NGN внесла свои коррективы, и в современной трактовке Softswitch абонентом может выступать и компьютер, и SIP-терминал и пр. Концепция IMS понятие «абонент» заменила на «абонентская сеть», так что к окончательным устройствам в системе IMS теперь относится семейство разнородных систем, объединенных в сеть NGN. Здесь есть определенная свобода в трактовке понятия, поскольку IMS не определяет размеры абонентской сети. В самом простом случае это может быть конвергентное абонентское подключение, например ADSL-подключение с домашней Wi-Fi сетью и несколькими устройствами в ней. Но с точки зрения IMS любой сегмент традиционной сети TDM или сегмент NGN также может рассматриваться как абонентская сеть. Даже национальная сеть размера «Белтелеком» с этой точки зрения выступает всего лишь как абонентская сеть, причем возможности управления ею со стороны IMS не зависят от объема передаваемой информации, количества устройств NGN в абонентской сети и ее масштаба. В такой трактовке абонентской сети уже проявляется повышенный демократизм и новизна концепции IMS. Эта новизна настолько неявная и сложная, что она исключена практически из всех обзоров современной технологии, но именно она не позволяет судить об IMS только как о «Softswitch с установленным HLR».

Наличие же в системе IMS системы учета местоположения абонента HSS – определенная дань мобильности абонентов IMS. Необходимо только отметить, что функции HSS существенно шире, чем функции HLR в системах сотовой связи. Во-первых, вместо базы данных о положении телефонных абонентов в сотовой сети в IMS должны быть реализованы функции контроля местоположения абонентских сетей, что представляет качественно новую задачу. Во-вторых, персонализация услуг в IMS требует учета специфики каждого абонента. Если в HLR все абоненты имели одинаковый статус, то в HSS они неизбежно будут разделены на категории, и чем дальше будет развиваться концепция персональных услуг, тем больше категорий будет присутствовать в HSS. Таким образом, структура HSS оказывается существенно сложнее структуры HLR.

2.3 Декомпозиция MGC

Развитие концепции IMS – это декомпозиция ядра управления Softswitch. При этом основной управляющий элемент MGC разделяется на несколько устройств различной функциональности.

В концепции IMS функции ядра управления выполняет комплекс устройств, согласующихся через интерфейсы серии M. В состав управляющего ядра входят следующие устройства:

CSCF (*Call Session Control Function*) – центральный модуль управления процессами установления соединения между различными устройствами IMS-сети. Это устройство регистрирует абонентские устройства и направляет сигнальные сообщения протокола SIP к соответствующим серверам приложений.

MGCF (*Media Gateway Control Function*) – устройство управления шлюзом среды, которое выполняет преобразование протоколов между ISUP (подсистемой пользователей ISDN) и протоколами управления соединениями IMS (например, преобразование протокола инициирования сеанса ISUP/SIP). По сути, это устройство выполняет все задачи по конвергенции традиционных сетей и NGN.

MFR (*Multifunction Resource*) – устройство объединения множества ресурсов, которое выполняет функции коллективных соединений и проведения мультимедийных конференций.

IM-MGW (*IM Media Gateway*) – шлюз среды IP-мультимедиа, который управляет каналами из сети с коммутацией каналов и потоками мультимедиа из сети с коммутацией пакетов. Шлюз IM-MGW может поддерживать преобразование TDM/IP, функции управления качеством и обработку загрузки (например, функции кодека, эхо-компенсатора, моста конференц-связи).

Как следует из указанного выше перечня устройств, в концепции IMS не

делается разделения между устройством в составе платформы и его функцией. Таким образом, все процессы реализованы с помощью множества функций, которые, как правило, представляют собой программные модули, работающие на одном или нескольких распределенных устройствах. С точки зрения программистов, такое объединение понятий представляется существенным упрощением, но для традиционной системы связи оно существенно затрудняет понимание самой концепции IMS, так как связисты не всегда понимают язык атрибутов и функций.

В результате двойной декомпозиции структура IMS стала чрезвычайно сложной, поэтому оценить все нюансы этой технологии в рамках небольшого обзора не представляется возможным. Ниже будут рассмотрены основы технологии IMS и соответствующие им структуры. Для более детального изучения принципов работы систем IMS необходимо изучить источник [14].

2.4 Архитектура IMS

Рассматривая основы технологии IMS, необходимо учесть, что данная технология находится на стыке современных мобильных сетей 3G-4G и технологии конвергентных сетей TDM/NGN. В результате синтез этих технологий порождает объединение под флагом IMS трех технологических пластов:

1) технологии современных мобильных сетей GGSN/GPRS и 3G/UMTS, включая всю специфику систем сотовой связи;

2) технологии объединенных сетей NGN/TDM, куда можно отнести концепцию современных традиционных систем сигнализации от ISDN до ОКС № 7 и все решения на основе технологии IN и Softswitch;

3) технология IMS, которая представляет собой качественно новую технологию, возникшую в результате синтеза первых двух технологий.

Если ограничиться исследованием ядра IMS, предполагая, что структура современных мобильных сетей и сетей NGN нам известна, то анализ IMS можно свести к следующим темам, которые будут рассмотрены ниже:

- структура IMS и разделение системы управления на слои;
- внешние и внутренние интерфейсы IMS;
- система сигнализации в сети IMS.

2.4.1 Структура IMS и разделение системы управления на уровни

Технология IMS является наследницей идеологии NGN и всех наработок в области построения систем управления, которые были сделаны до Softswitch включительно. В рамках этого наследия и преемственности решений оказываются понятными многие решения по структуре IMS.

Структура технологии IMS предусматривает разделение концепции IMS на три основных уровня:

– уровень доступа, куда относятся внешние для IMS технологии VoIP, Wi-Fi, MSC сотовых сетей, сегменты традиционных телефонных сетей (ТФОП) и пр.;

– уровень управления сетью, куда относятся ядро управления CSCF, медиа-шлюзы и подсистема HSS;

– уровень приложений (или услуг), куда относятся различные серверы приложений, шлюзы с системой управления сетями OSS/BSS, а также целый класс решений на основе SDP (*Session Description Protocol* – протокол управления сессиями), логика которых во многом совпадает с логикой прикладного уровня Softswitch.

Партнерство 3GPP специфицирует не оборудование сети, а функции, которые должны выполняться элементами сети. Таким образом, IMS архитектура (рисунок 2.1) представляет собой набор логических функций, взаимодействующих с использованием стандартных протоколов [14].

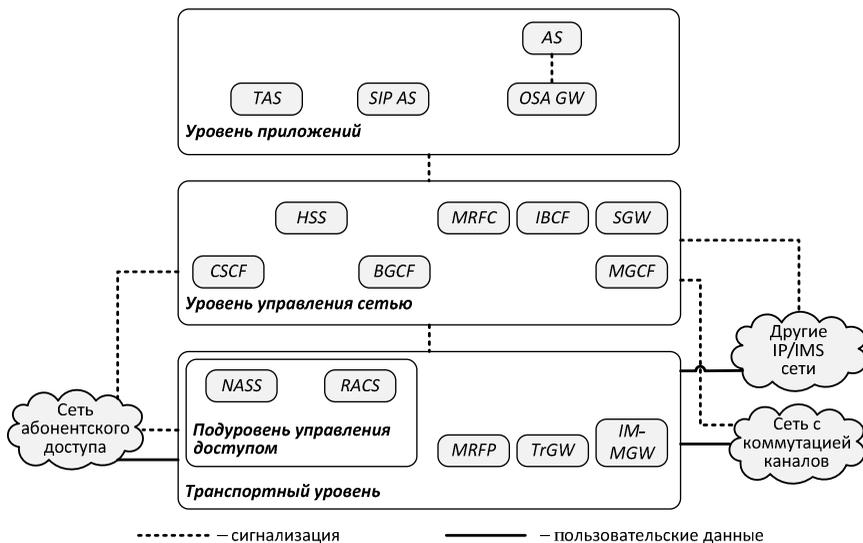


Рисунок 2.1 – Разделение технологии IMS на уровни

Разработчики вправе комбинировать несколько функций в одном физическом объекте или, наоборот, реализовать одну функцию распределённо, однако чаще всего физическую архитектуру ставят в соответствие функциональной и реализуют каждую функцию в отдельном элементе.

В общем виде технология IMS не включает в себя уровень доступа, но поскольку IMS должна обеспечить услуги для всех типов традиционного и современного доступа, в технологию IMS был включен подуровень адаптации сетей доступа. Таким образом, когда мы говорим о трехуровневой модели IMS и уровне сетей доступа, мы имеем в виду решения по адаптации

сетей доступа, а не сами технологии доступа. Как правило, решения уровня адаптации сетей доступа строятся на основе канальных шлюзов (TG) и шлюзов доступа (AG) из технологии Softswitch.

Транспортный уровень отвечает за процедуру подключения пользователей к сети IMS (подуровень управления) и транспортировку данных пользователя (функции передачи). Функциональными элементами транспортного уровня являются:

- подсистема присоединения сети NASS (*Network Attachment Subsystem*) используется для пользователей не 3GPP доступа, относится к подуровню управления транспортного уровня. NASS обеспечивает динамическое назначение IP-адресов и других параметров конфигурации оборудования пользователя, аутентификацию пользователя до или в течение процедуры назначения IP-адреса, авторизацию и конфигурацию доступа к сети на основе профиля пользователя, управление местоположением;

- подсистема управления доступом и ресурсами RACS (*Resource and Admission Control Subsystem*) используется для пользователей не 3GPP доступа, относится к подуровню управления транспортного уровня. RACS обеспечивает управление доступом, резервирование ресурсов, обеспечивает доступ к услугам, предоставляемым пограничным шлюзом, включая управление шлюзом и преобразование сетевых адресов;

- мультимедийный шлюз IM-MGW (*IP Multimedia Media Gateway*) осуществляет преобразование пользовательской информации сети с коммутацией каналов TDM в пакеты IP-сети и обратно и коммутацию пользовательской информации между портами шлюза;

- шлюз сопряжения TrGW (*Transition Gateway*) вместе с функцией пограничного взаимодействия IBCF (*Interconnection Border Control Function*) отвечает за взаимодействие между IP-сетями различных версий IP и операторов. Шлюз сопряжения TrGW осуществляет согласование сетей на уровне передачи пользовательской информации;

- функция процессора ресурсов мультимедиа MRFP (*Media Resource Function Processor*) обеспечивает под управлением контроллера ресурсов мультимедиа MRFC широкий набор функций для поддержки мультимедийных сеансов, в том числе конфигурирование ресурсов, смешивание различных медиапотокот от нескольких источников, генерацию мультимедийных объявлений, обработку мультимедийных потоков (транскодирование), управление правом доступа к медиаресурсам при организации конференции.

Уровень управления – это совокупность функций IMS, которые осуществляют все действия по управлению сеансами связи и регистрации пользователя в сети IMS.

Ядро управления CSCF представляет собой очень сложный элемент, который в процессе разработки концепции IMS подвергся последовательной декомпозиции и был разделен на три устройства (рисунок 2.2):

- полномочный прокси-сервер (Proху-CSCF или P-CSCF);
- опрашивающий сервер CSCF (I-CSCF);
- обслуживающий сервер CSCF (S-CSCF).

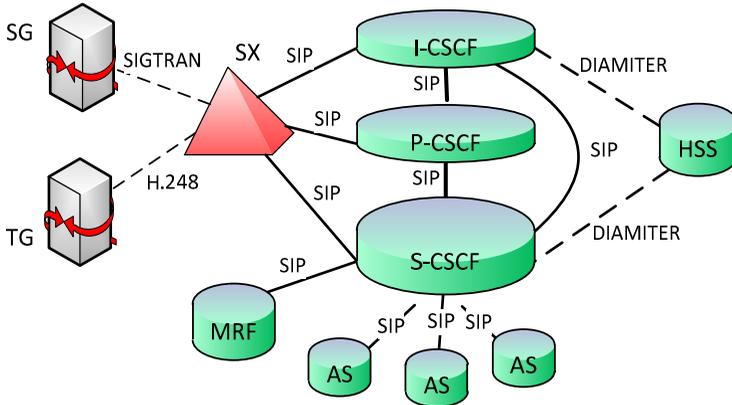


Рисунок 2.2 – Ядро управления CSCF

Рассмотрим основные логические элементы уровня управления подробнее.

Функциональный объект управления сессиями CSCF (Call Session Control Function) является центральной частью системы IMS, используя протокол SIP, выполняет функции, обеспечивающие предоставление различных услуг реального времени посредством транспорта IP. CSCF включает три основных функции:

- Proху CSCF (P-CSCF) – выполняет функцию посредника (на сигнальном уровне) для взаимодействия IMS сети и пользовательского IMS терминала. Весь сигнальный трафик протокола SIP направляется от пользовательского терминала к P-CSCF и далее к точке входа в домашнюю сеть (I-CSCF), если пользователь находится в гостевой IMS, или к S-CSCF, если пользователь находится в домашней сети. Адрес S-CSCF определяется в процессе регистрации пользователя. Можно сказать, что P-CSCF реализует функции логического объекта SIP-агента пользователя UA (*User Agent*). P-CSCF участвует в регистрации пользователя, определяет адрес I-CSCF, находящейся в домашней сети, формирует учетные записи и передает их в сервер начисления платы, а также осуществляет проверку правильности построения сообщений SIP, передаваемых IMS терминалом. Обслуживаемый терминал пользователя закрепляется за функциональным объектом P-CSCF при регистрации в сети на все время регистрации. Адрес P-CSCF на все время сеанса хранится в S-CSCF для трансляции данных к пользователю;

- Interrogating CSCF (I-CSCF) – выполняет функцию посредника для взаимодействия с внешними сетями. Функциональный объект I-CSCF соз-

дает первую контактную точку домашней сети IMS на сигнальном уровне в процессе регистрации пользователей, находящихся в гостевой сети, при установлении соединений между пользователями, находящимися в различных домашних сетях, для всех внешних соединений с пользователями данной сети или гостевыми пользователями, временно находящимися в данной сети. Кроме выполнения функций SIP-прокси I-CSCF взаимодействует по протоколу Diameter с пользовательской базой данных HSS:

1) для определения наличия или возможности регистрации пользователя в данной сети;

2) получения информации о функциональном объекте S-CSCF;

3) если S-CSCF еще не назначен, I-CSCF производит его выбор в процессе регистрации пользователя;

4) определения возможностей пользователя по доступу к услугам. I-CSCF также формирует учетные записи для начисления платы;

– *Serving CSCF (S-CSCF)* – обслуживающая функция, которая обеспечивает управление мультимедийными сеансами. Помимо функции SIP-сервера, S-CSCF выполняет функцию регистрирующего сервера сети SIP (SIP-registrar), то есть хранит всю информацию о пользователе, полученную от I-CSCF и HSS: IP-адрес терминала, с которого пользователь получил доступ в сеть, PuUI, PrUI, возможности пользователя по доступу к услугам, адреса P-CSCF, I-CSCF. В свою очередь, S-CSCF информирует сервер пользовательских данных HSS о том, что пользователь прикреплен к ней на срок своей регистрации, и о срабатывании таймера регистрации. Вся сигнальная информация SIP, передаваемая и принимаемая IMS-терминалом, проходит через функциональный объект S-CSCF, к которому прикреплен пользователь. S-CSCF поддерживает сеанс в течение всего времени его продолжения и, по мере надобности, взаимодействует с сервисными платформами и с функциями начисления платы. S-CSCF всегда находится в домашней сети пользователя.

Пользовательская база данных HSS (Home Subscriber Server) представляет собой централизованное хранилище информации о пользователях и услугах сети IMS и является эволюционным развитием HLR (*Home Location Register*) из архитектуры сетей GSM/UMTS. В HSS хранится информация о публичном PuUI и закрытом PrUI, идентификаторах пользователя IMS, имя обслуживающей функции управления сеансом связи S-CSCF, параметры аутентификации и шифрования, информация о сервере приложений, об услугах, на которые подписан пользователь, имя функции учета стоимости.

HSS взаимодействует с CSCF и серверами приложений, используя протокол Diameter. Если количество пользователей слишком велико, чтобы данные о них хранились в одном HSS, сеть может содержать более одного HSS. Такая сеть наряду с несколькими HSS имеет в своем составе функциональный объект SLF (*Subscriber Location Function*), который хранит данные

и соответствие адресов HSS адресам пользователей. Узел, передавший к SLF запрос с адресом пользователя, получает от него сведения о HSS, содержащем информацию о данном пользователе. Как HSS, так и SLF используют для взаимодействия с элементами сети IMS протокол Diameter.

Функциональный объект управления медиашлюзом MGCF (*Media Gateways Control Function*) своей основной задачей ставит управление медиашлюзами (IM-MGW), а также прямое и обратное преобразование сигнализации сетей ОКС 7 (протокол ISUP) в сигнализацию сети IMS (протокол SIP).

Сигнальный шлюз SGW (*Signaling Gateway*) осуществляет преобразование протоколов нижних уровней для обеспечения двустороннего сигнального обмена между сетью IP и сетью TDM, заменяя подсистемы MTP протоколом SIGTRAN. При этом протоколы прикладного уровня (ISUP, MAP, CAP и другие) через SGW транслируются без анализа.

Контроллер ресурсов мультимедиа MRFC (*Media Resource Function Controller*) взаимодействует с S-CSCF по протоколу SIP и, используя информацию, полученную от S-CSCF, управляет MRFP с помощью протокола MEGACO (H.248), например, трансляцией акустических сигналов и объявлений, транскодированием и перекодированием, объединением медиапотоков при управлении конференциями.

Функциональный объект управления пограничными шлюзами BGCF (*Breakout Gateway Control Function*) реализует функции управления выбором сети, осуществляет маршрутизацию на основе информации о телефонных номерах, получаемой из сообщений протокола SIP, административной информации и/или с помощью доступа к базам данных. BGCF используется только при установлении сеанса между пользователями сети IMS и абонентом сети с коммутацией каналов. BGCF выбирает сеть IMS, в которой будет происходить взаимодействие с сетью с коммутацией каналов, или MGCF, если BGCF находится в сети IMS, которая будет взаимодействовать с сетью с коммутацией каналов. Оборудование BGCF также маршрутизирует транзитный сигнальный трафик.

Функциональный объект пограничного взаимодействия IBCF (*Interconnection Border Control Function*) обеспечивает взаимодействие с IP-сетями. IBCF обеспечивает реализацию стека протоколов SIP/SDP для установления взаимосвязи между приложениями SIP на основе IPv6 и приложениями SIP на основе IPv4, сокрытие сетевой топологии, управление с помощью протокола MEGACO шлюзами сопряжения TrGW при установлении соединений с другими IMS или другими сетями, функционирующими на основе протокола IP. IBCF также выполняет функции маршрутизации при транзите.

Уровень приложений относится к верхнему уровню сетевой архитектуры IMS. На данном уровне расположены серверы приложений AS, предоставляющие доступ как к приложениям IMS, так и приложениям на основе других платформ (таких как OSA и CAMEL).

На этом уровне сервера приложений отвечают за обслуживание конечных пользователей.

Архитектура IMS и сигнализация SIP обеспечивают достаточную гибкость для поддержки разнообразных телефонных и других 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 (OSA). Его задачей является обеспечение возможности доступа услуг к сетевым функциям посредством стандартного программного интерфейса приложений;

- IM-SSF (*IP Multimedia – Service Switching Function*) – сервер коммутации услуги, который служит для возможности использования в IMS услуг CAMEL (*Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic*), разработанных для мобильных сетей;

- TAS (*Telephony Application Server*) – сервер телефонных приложений, который 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.

2.4.2 Технологии доступа к сети IMS

Благодаря концепции инвариантности доступа даже не предназначенные для взаимодействия с подсистемой IMS пользовательские устройства могут осуществлять доступ к опорной сети и сервисам на базе IMS [14].

Изначально (в спецификациях 3GPP Release 5) IMS была ориентирована на работу с мобильными сетями поколения 2,5G (GSM/GPRS), имеющими технологию радиодоступа GERAN (GSM/EDGE), и 3G (UMTS) – технологию радиодоступа UTRAN. В стандартах консорциума 3GPP2 описана возможность доступа к IMS сети радиодоступа CDMA2000.

В последующих версиях 3GPP Release 6, 7 и ETSI TISPAN рассмотрены вопросы взаимодействия IMS с сетями, имеющими технологии доступа WLAN/Wi-Fi, xDSL (рисунок 2.3). А в версиях 8 и 10 спецификаций 3GPP была добавлена поддержка инфраструктур HSPA и LTE.

Для доступа к IMS пользователей сетей радиодоступа GERAN/UTRAN используются узлы GPRS (SGSN, GGSN).

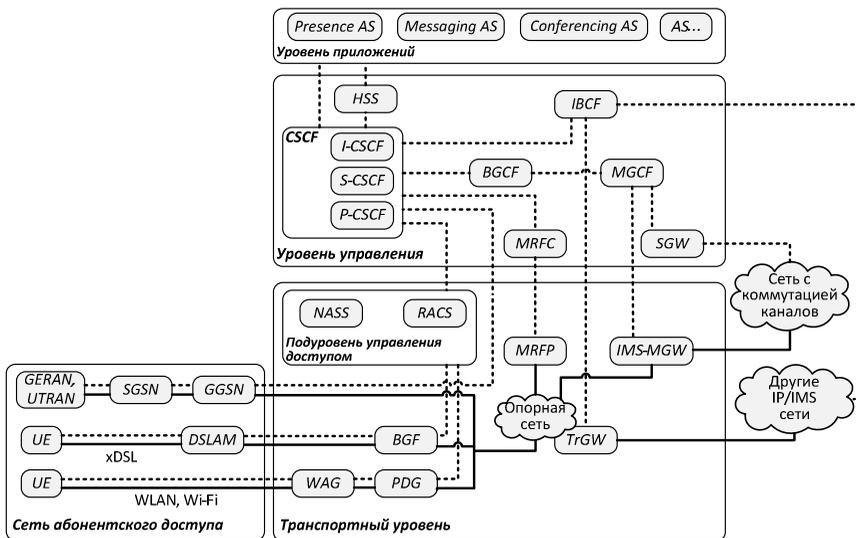


Рисунок 2.3 – Организация доступа к сети IMS

За доступ пользовательского оборудования WLAN к сети IMS отвечает пакетный шлюз PDG (*Packet Data Gateway*) и шлюз беспроводного доступа WAG (*Wireless Access Gateway*).

Мультиплексор DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) и граничный шлюз A-BGF/BAS (*Access Border Gateway Function/Broadband Access Switch*) обеспечивают широкополосный доступ фиксированных пользователей к сети IMS.

Уровень управления сетью часто разделяют на два подуровня: управления сессиями и управления качеством. Такое разделение связано в первую очередь с необходимостью учитывать проблему обеспечения качества услуг, которая в свое время привела к появлению SBC. В результате в современную многослойную структуру IMS были включены SBC и эквивалентные им устройства, которые образовали подуровень управления качеством. Все остальные устройства были вынесены в подуровень управления сессиями.

2.4.3 Основные протоколы IMS

Архитектура IMS представляет собой набор функциональных объектов, соединенных стандартными интерфейсами (рисунок 2.4). Взаимодействие функциональных объектов IMS осуществляется с использованием протоколов сети Интернет, определенных организацией IETF [3, 14]. Перечень возможных интерфейсов (внешних и внутренних) и протоколов взаимодействия, реализованных в архитектуре IMS, представлен в таблице 2.1.

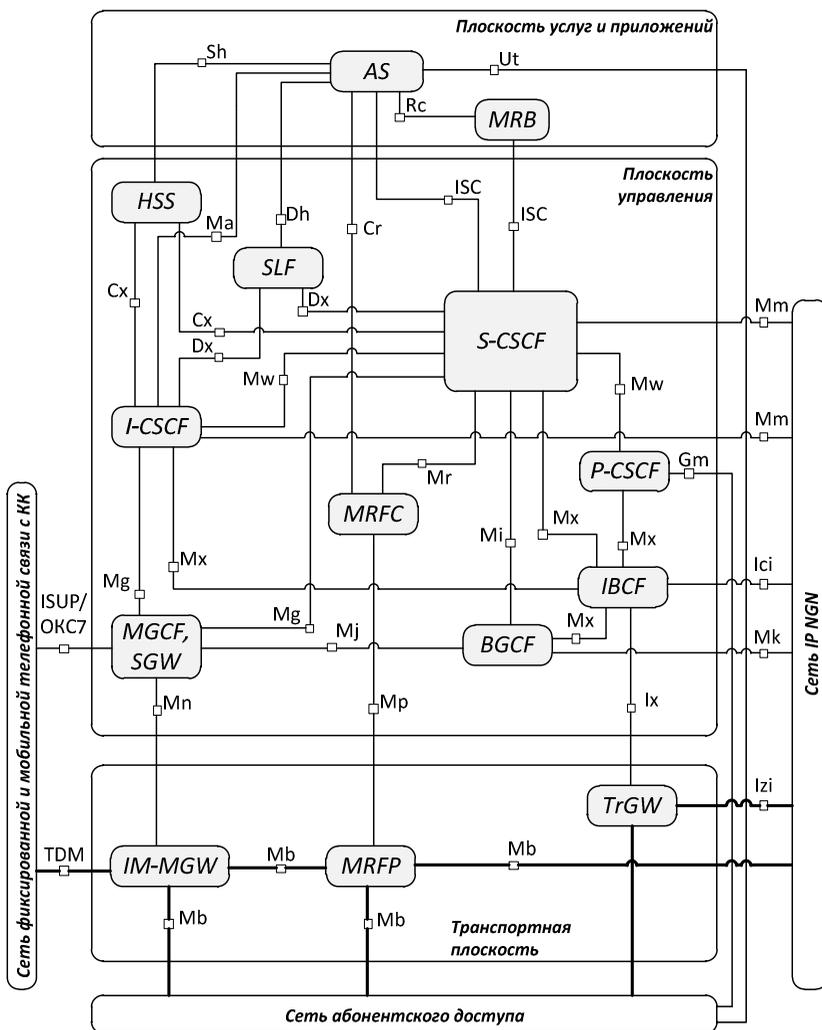


Рисунок 2.4 – Функциональные элементы и интерфейсы архитектуры IMS

Протоколы подсистемы IMS обеспечивают управление мультимедийными сессиями (SIP, SDP), передачу пользовательского трафика (RTP и RTCP), регистрацию, аутентификацию, авторизацию, поддержку мобильности пользователя (Diameter). Протокол MEGACO/H.248 используется для управления зависимыми объектами транспортной плоскости. Для транспортировки сигнальной информации ОКС7 в сетях IP и взаимодействия с другими сетями, в частности с ТФОП, используется протокол SIGTRAN.

Таблица 2.1 – Интерфейсы системы IMS (см. рисунок 2.4)

Наименование интерфейса	Протоколы взаимодействия	Описание
Cr	SIP	Обмен сообщениями между сервером приложения AS и функцией MRFC
Cx	Diameter	Взаимодействие между I-CSCF/S-CSCF и HSS
Dh	Diameter	Обнаружение сервером приложений AS, необходимого HSS, в сети с несколькими HSS
Dx	Diameter	Обнаружение функциями I-CSCF/S-CSCF, необходимого HSS, в сети с несколькими HSS
Gm	SIP	Обмен сообщениями между оборудованием пользователя и функциями CSCF
Ici	SIP	Взаимодействие между блоками IBCF различных мультимедийных сетей
ISC	SIP	Обмен сообщениями между функциями CSCF и серверами приложений AS
Ix	MEGACO	Взаимодействие между элементами IBCF и TrGW
Izi	RTP/RTCP	Взаимодействие между TrGW и пограничными шлюзами различных мультимедийных сетей
Ma	SIP	Взаимодействие между блоками I-CSCF и сервером приложений AS
Mg	SIP	MGCF преобразует сигнализацию ISUP в SIP (и обратно) и передает сигнальную информацию SIP к I-CSCF
Mg	SIP	Взаимодействие между элементами MGCF и CSCF
Mi	SIP	Обмен сообщениями между S-CSCF и BGCF
Mj	SIP	Обмен сообщениями между BGCF и MGCF в одной IMS сети
Mk	SIP	Обмен сообщениями между BGCF и другими сетями
Mn	MEGACO/H.248	MGCF управляет оборудованием медиашлюза IM-MGW
Mr	MEGACO/H.248	MRFC управляет функцией IM-MRFP
Mr	SIP	Обмен сообщениями между S-CSCF и MRFC
Mr	SIP	Взаимодействие между элементами S-CSCF и MRFC
Mw	SIP	Обмен сообщениями между функциями CSCF
Mx	SIP	Обмен сообщениями между I-CSCF/BGCF и IBCF
Rc	SIP	Запрос AS для назначения медиаресурсов вызову при использовании MRB
Sh	Diameter	Обмен информацией о профиле пользователя между AS и HSS
Ut	HTTP(s), XCAP	Взаимодействие между пользовательским терминалом IMS и сервером приложений AS

Как следует из приведенных данных, новый шаг по пути перманентной декомпозиции, который отделяет технологию IMS от Softswitch, существенно усложнил архитектуру современных сетей управления. Теперь в составе ядра управления используется несколько десятков устройств, выполняющих различные функции. Эти устройства связаны по «своим» интерфейсам, используют определенные системы сигнализации и должны тесно взаимодействовать друг с другом в процессе каждого сеанса предоставления услуги. Следует отметить, что приведенная на рисунке 2.4 модель IMS является распределенной системой, которая допускает еще и резервирование. В результате некоторые интерфейсы позволяют устанавливать несколько HSS, CSCF и так далее. Таким образом, в современной системе управления NGN могут быть задействованы сотни и даже тысячи территориально разнесенных устройств, а сама система управления превращается в сложный многокомпонентный комплекс.

В рамках краткого анализа технологии NGN изучать отдельные интерфейсы, процессы, компоненты IMS не представляется возможным. Достаточно сказать, что только краткое описание интерфейсов IMS занимает более 300 страниц. Поэтому необходимо отметить сложность и многомерность современной концепции управления на основе IMS.

2.4.4 Идеология распределенных баз данных

Существенным фактором систем IMS является переход к идеологии распределенных баз данных в качестве ядра управления сетью. Если рассмотреть процесс предоставления услуги в условиях нескольких взаимодействующих платформ IMS, то оказывается, что каждый вызов в такой системе проходит через целую цепь транзакций с использованием различных компонентов IMS [3].

На рисунке 2.5 показан режим установления соединения в системе, состоящей из двух IMS, от сегмента DSL в сегмент сотовой сети UMTS/GPRS. При этом пользователи могут обмениваться информацией по всей спецификации услуг Triple Play (данные, речь, видео). Как следует из рисунка, любой вызов абонента для получения доступа к услуге связи запускает в сети IMS сложный процесс, в котором задействованы разные группы устройств. Одни обеспечивают адаптацию доступа, другие управляют режимом соединения, третьи подключают систему биллинга, четвертые гарантируют и обеспечивают качество передачи информации в соответствии с соглашением о качестве (SLA), заключенным с пользователем, и т.д.

Большая часть из представленных на рисунке блоков представляет собой программные модули, работающие на принципах распределенных баз данных. В результате можно указать на существенную особенность IMS как современной концепции управления услугами NGN, которая представляет

собой распределенную базу данных, и любая сессия в системе связи объективно требует, чтобы при ее реализации была задействована вся система распределенных баз данных. Эта особенность несет в себе определенные последствия для систем эксплуатации сетей связи. В частности, наличие распределенных баз данных требует жесткой временной синхронизации в сети NGN, чего до появления концепции Softswitch и IMS не требовалось. Вопросы контроля, управления, диагностики распределенных баз данных также имеют свою специфику, что должно учитываться при построении современных систем управления, эксплуатации, измерений и т.д.

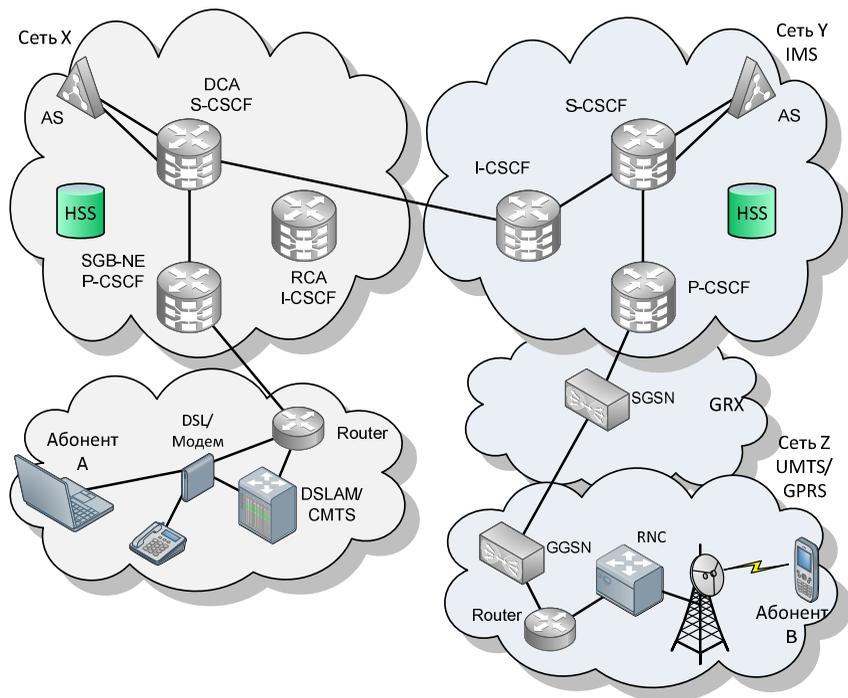


Рисунок 2.5 – Установление соединения Triple Play в системе из двух IMS

2.4.5 Пользовательские базы HSS и SLF

Каждая IMS-сеть содержит один или более серверов пользовательских баз данных HSS (*Home Subscriber Server*). Сервер HSS представляет собой централизованное хранилище информации об абонентах и услугах и является эволюционным развитием HLR (*Home Location Register*) из архитектуры сетей GSM. Сеть может содержать более одного HSS в том случае, если количе-

ство абонентов слишком велико, чтобы поддерживаться одним HSS. Такая сеть, наряду с несколькими HSS, должна будет иметь в своем составе функцию SLF (*Subscriber Location Function*), представляющую собой простую базу данных, которая хранит соответствие информации HSS адресам пользователей. Узел, передавший к SLF запрос с адресом пользователя, получает от нее сведения о том HSS, который содержит информацию об этом пользователе.

2.4.6 Функции SIP-сервера

Функция управления сеансами CSCF (*Call Session Control Function*) является центральной частью системы IMS, представляет собой, по сути, SIP-сервер и обрабатывает SIP-сигнализацию в IMS. Существуют функции CSCF трех типов: Proxy-CSCF (P-CSCF), Interrogating-CSCF (I-CSCF) и Serving-CSCF (S-CSCF).

P-CSCF – это первая точка взаимодействия (на сигнальном уровне) пользовательского IMS-терминала и IMS-сети. С точки зрения SIP, она является входящим/исходящим прокси-сервером, через который проходят все запросы, исходящие от IMS-терминала или направляемые к нему. Однако функция P-CSCF может вести себя и как агент пользователя UA, что необходимо для прерывания сеансов в нестандартных ситуациях и для создания независимых SIP-транзакций, связанных с процессом регистрации.

I-CSCF – еще один SIP-прокси, расположенный на границе административного домена Оператора. Когда SIP-сервер определяет следующую пересылку для некоторого SIP-сообщения, он получает от службы DNS адрес I-CSCF соответствующего домена. Кроме исполнения функций SIP-прокси I-CSCF взаимодействует по протоколу Diameter с HSS и SLF и получает от них информацию о местонахождении пользователя и об обслуживающей его S-CSCF. Если никакая функция S-CSCF еще не назначена, функция I-CSCF производит ее назначение.

S-CSCF – центральная интеллектуальная функция на сигнальном уровне, т. е. функция SIP-сервера, который управляет сеансом. Помимо этого, S-CSCF выполняет функцию регистрирующего сервера сети SIP (SIP-registrar), то есть поддерживает привязку местоположения пользователя (например, IP-адресом терминала, с которого пользователь получил доступ в сеть) к его SIP-адресу (PUI – *Public User Identity*).

Функция S-CSCF взаимодействует по протоколу Diameter с HSS, получает от последнего данные аутентификации пользователя, пытающегося получить доступ к сети, и данные о профиле пользователя, то есть перечень доступных ему услуг – набор триггерных точек для маршрутизации сообщения SIP к серверам приложений. В свою очередь, функция S-CSCF информирует HSS о том, что этот пользователь прикреплен к нему на срок своей регистрации и о срабатывании таймера регистрации.

2.4.7 Функция PDF

Функция PDF (*Policy Decision Function*) иногда интегрируется с функцией P-CSCF, но может быть реализована отдельно. Эта функция отвечает за выработку политики на основании информации о характере сеанса и о передаваемом трафике (транспортные адреса, ширина полосы и т. д.), полученной от P-CSCF. На базе этой информации PDF принимает решение об авторизации запросов от GGSN и производит повторную авторизацию при изменении параметров сеанса, а также может запретить передачу определенного трафика или организацию сеансов некоторых типов.

2.4.8 Серверы приложений

Серверы приложений AS (*Application Servers*), по существу, не являются элементами IMS, а работают, условно говоря, поверх нее, предоставляя услуги в сетях, построенных согласно IMS-архитектуре. Серверы приложений взаимодействуют с функцией S-CSCF по протоколу SIP. Основными функциями серверов приложений являются обслуживание и модификация SIP-сеанса, создание SIP-запросов, передача данных тарификации в центры начисления платы за услуги связи.

2.4.9 Функция MRF

Функция MRF (*Media Resource Function*) является источником медиаинформации в домашней сети и позволяет воспроизводить разные объявления, смешивать медиапотoki, транскодировать битовые потоки кодеков, получать статистические данные и анализировать медиаинформацию. Функция MRF делится на две части: MRFC (*Media Resource Function Controller*) и MRFP (*Media Resource Function Processor*). MRFC находится на сигнальном уровне и взаимодействует с S-CSCF по протоколу SIP. Используя полученные инструкции, MRFC управляет по протоколу Megaco/H.248 процессором MRFP, находящимся на уровне передачи данных, а тот выполняет все манипуляции с медиаинформацией.

2.4.10 Функция BGCF

Функция BGCF (*Breakout Gateway Control Function*) – это SIP-сервер, способный выполнять маршрутизацию вызовов на основе телефонных номеров. BGCF используется только в тех случаях, когда сеанс инициируется IMS-терминалом, а адресатом является абонент сети с коммутацией каналов (например, ТфОП или мобильной сети 2G). Основными задачами BGCF является выбор той IMS-сети, в которой должно происходить взаимодейст-

вие с сетью коммутации каналов, или выбор подходящего ТфОП/CS шлюза, если это взаимодействие должно происходить в сети, где находится сам сервер BGCF. В первом случае BGCF переводит сеанс к BGCF выбранной сети, а во втором – к выбранному ТфОП/CS шлюзу.

2.4.11 Шлюз ТфОП/CS

Шлюз ТфОП/CS поддерживает взаимодействие IMS-сети с ТфОП и позволяет устанавливать соединения между пользователями этих сетей. Он имеет распределенную структуру, характерную для архитектуры Softswitch: SGW (*Signaling Gateway*), MGCF (*Media Gateway Control Function*) и MGW (*Media Gateway*).

2.4.12 Шлюз безопасности SEG

Для того чтобы защитить уровень управления в домене безопасности (*security domain*), представляющем собой такую область сети, которая принадлежит одному провайдеру услуг, и в которой действуют единые административные правила и сетевая политика, трафик на входе в этот домен и на выходе из него будет проходить через шлюз безопасности SEG (*Security Gateway*). Как правило, границы домена безопасности совпадают с границами сети провайдера, а шлюзов SEG в сети провайдера обычно присутствует несколько. В качестве SEG часто выступают пограничные контроллеры SBC.

2.5 Протоколы сигнализации

В архитектуре IMS существует основной протокол сигнализации – SIP, однако предусмотрена поддержка протоколов для взаимодействия как с сетями NGN, так и с сетями TDM [6]. Однако стоит отметить, что в IMS для обмена информацией с базой данных HSS используется протокол Diameter. Останемся на нем более подробно.

Протокол Diameter является эволюционным развитием протокола RADIUS и предлагается, в основном, для использования в качестве протокола следующего поколения для аутентификации, авторизации и учета AAA (*Authentication, Authorization, Accounting*). Этот протокол работает поверх TCP или SCTP, так как оба эти протокола обеспечивают надежную передачу, что является критичным для приложений, обменивающихся информацией об учетных записях. Исходя из того, что Diameter, в основном, имеет одноранговую архитектуру, для конкретного узла можно было бы установить более одного соединения.

Концепция IMS разрабатывалась позже Softswitch, поэтому в ней уже заранее предусмотрена поддержка как IPv4, так и IPv6. Необходимость пере-

хода к новой версии протокола IP была вызвана рядом проблем, таких как проблема масштабируемости сети, неприспособленность протокола IPv4 к передаче мультисервисной информации с поддержкой различных классов обслуживания, включая обеспечение информационной безопасности. При этом к проблемам масштабируемости протокола IPv4 следует отнести следующие: недостаточность объема 32-битового адресного пространства; сложность агрегирования маршрутов, разрастание таблиц маршрутизации; сложность массового изменения IP-адресов; относительная сложность обработки заголовков пакетов IPv4.

Кроме того, масштабируемость IP-сетей следует рассматривать не только с точки зрения увеличения числа узлов, но и с точки зрения повышения скорости передачи и уменьшения задержек при маршрутизации.

Указанные проблемы обусловили развитие классической версии протокола IPv4 в направлении разработки версии IPv6.

2.6 Особенности предоставления услуг на базе IMS

Предоставление разнообразных услуг на базе единой пакетной сети NGN требует гибкой поддержки качества этих услуг. Поддержка QoS является фундаментальным требованием к IMS. При организации каждого сеанса пользовательское оборудование извещает IMS о своих возможностях и своих требованиях к QoS. При помощи протокола SIP возможно учесть такие параметры, как тип и направление передачи данных, скорость, размер пакетов, использование RTP, требуемую ширину полосы пропускания [14].

IMS позволяет управлять качеством связи, которое получит тот или иной пользователь, и таким образом дифференцировать пользователей и предоставляемые им услуги.

Еще одним фактором является усложнение системы начисления платы за мультимедийные сеансы связи. Если оператор не принимает во внимание характер трафика мультимедийного сеанса, он может начислить плату за него только поверхностно – на основании объема переданных данных. При этом пользователю становится не выгодно пользоваться одними услугами (создающими большой объем трафика, например видео), а оператору становится не выгодно предоставлять другие (создающие незначительный объем трафика, например Instant Messaging). Если оператор осведомлен о характере передаваемого трафика, он может использовать в системе начисления платы более эффективные бизнес-модели, несущие выгоду и ему, и пользователям [5].

Несмотря на довольно широкий спектр услуг, предоставляемый IMS, до сих пор наиболее важную роль играет двусторонняя аудио/видео связь.

Кроме того, IMS дает возможность оператору внедрять услуги, созданные сторонними разработчиками или даже самим оператором, а не производителями телекоммуникационного оборудования. Это позволяет интегрировать

различные услуги и предоставляет широкие возможности персонализации и увеличения количества услуг.

До внедрения IMS в сетях использовались так называемые «вертикальные сервисные платформы», которые успешно справляются с предоставлением небольшого числа ключевых услуг. Подход к IMS предполагает горизонтальную архитектуру (рисунок 2.6), в которой ресурсы для предоставления услуг являются общими для всех реализованных на сети услуг. Горизонтальная архитектура организации приложений дает новые возможности при создании услуг: интеграция мультимедийных приложений реального и нереального времени; взаимодействие различных видов услуг; поддержка нескольких приложений в одном сеансе. Это позволяет оператору просто и экономично внедрять новые персонализированные услуги, причем пользователи могут в одном и том же сеансе связи получить доступ к разным услугам.

Для этого архитектура IMS должна поддерживать сеансы мультимедийной связи в IP-сетях, причем такая связь должна быть доступна пользователям как в домашней, так и в гостевой сетях. Помимо описанных выше, IMS обеспечивает следующие функциональные возможности: взаимодействие с другими сетями, инвариантность доступа, создание услуг и управление ими, роуминг, защиту информации, начисление платы.

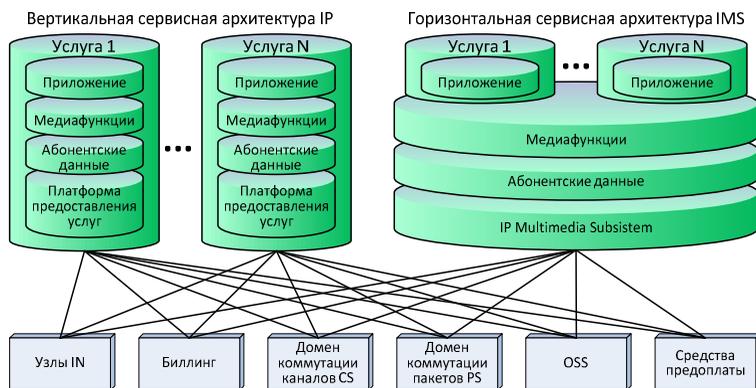


Рисунок 2.6 – Вертикальная (IP) и горизонтальная (IMS) сервисная архитектура

2.6.1 Взаимодействие с другими сетями

Функция поддержки взаимодействия с сетью Интернет очевидна, так как благодаря общим протоколам пользователи IMS могут устанавливать мультимедийные сеансы связи с разными службами глобальной сети. Поскольку переход к NGN и IMS будет постепенным и более или менее длительным, IMS должна также иметь возможность взаимодействия с сетями предыдущих поколений – стационарными (ТфОП) и мобильными (2G) сетями с

коммутацией каналов. Функции взаимодействия с сетями коммутации каналов не имеют, разумеется, долгосрочной перспективы, но они абсолютно необходимы в течение довольно длительного периода существования конвергентных сетей.

2.6.2 Инвариантность относительно доступа

Функциональные возможности IMS инвариантны относительно разных технологий доступа к ней, отличных от GPRS, например, технологий WLAN, xDSL, HFC (*Hybrid Fiber Coax*) и т. п. Здесь нет ничего необычного. Как и любая IP-сеть, IMS инвариантна относительно протоколов нижних уровней и технологий доступа. Но поскольку 3GPP сконцентрировал свои усилия на эволюции GSM сетей, спецификация первой версии IMS (Release 5) содержала некоторые GPRS-ориентированные опции. В следующих версиях, начиная уже с шестой, функции доступа были отделены от ядра сети, и началась разработка концепции инвариантности IMS относительно доступа, получившая название *IP connectivity access* и предполагающая применение любой технологии доступа, которая может обеспечить транспортировку IP-трафика между пользовательским оборудованием и объектами IMS без изменения принципов функционирования последних.

2.6.3 Создание услуг и управление услугами

Необходимость быстро внедрять разнообразные услуги, поскольку именно они должны стать основным источником доходов оператора в XXI веке, потребовала пересмотреть процесс создания услуг в IMS. Чтобы уменьшить время внедрения услуги и обеспечить ее предоставление в гостевой сети при роуминге пользователя, в IMS ведется стандартизация не услуг, а возможностей предоставления услуг (*service capability*). Таким образом, оператор может внедрить любую услугу, соответствующую *service capability*, причем эта услуга будет поддерживаться и при перемещении пользователя в гостевую сеть, если эта сеть обладает аналогичными стандартизованными *service capability* (возможностями предоставления услуг).

Это достигается благодаря тому, что в IMS принято управление услугой из домашней сети, то есть устройство, имеющее доступ к базе данных пользователей и непосредственно взаимодействующее с сервисной платформой, всегда находится в домашней сети. Для управления услугами оператор может применять разную *общую политику сети*, распространяющуюся на всех пользователей сети (например, ограничение использования в сети широкополосных кодеков типа G.711), и разную *индивидуальную политику*, распространяющуюся на того или иного пользователя (например, запрет пользования видеосвязью).

2.6.4 Роуминг

Функции роуминга существовали уже в мобильных сетях 2G, и IMS, естественно, эти функции унаследовала, однако само понятие «роуминг» теперь существенно расширилось и включает в себя:

- GPRS-роуминг – гостевая сеть предоставляет RAN и SGSN, а в домашней находятся GGSN и IMS;

- IMS-роуминг – гостевая сеть предоставляет IP-соединение и точку входа (например P-CSCF), а домашняя сеть обеспечивает все остальные функции;

- CS-роуминг – роуминг между сетью IMS и сетью коммутации каналов.

2.6.5 Защита информации

Функции обеспечения защиты информации необходимы каждой телекоммуникационной системе, и IMS предоставляет уровень защиты информации, по крайней мере, не меньший, чем GPRS-сети и сети коммутации каналов. IMS производит аутентификацию пользователей перед началом предоставления услуги, дает пользователю возможность запросить конфиденциальность информации, передаваемой во время сеанса, и др.

2.6.6 Начисление платы

Как было отмечено выше, IMS позволяет оператору или провайдеру услуг гибко назначать тарифы для мультимедийных сеансов. IMS сохраняет возможность начислять плату за сеанс наиболее простым способом – в зависимости от длительности сеанса или от объема трафика, но может также использовать более сложные схемы, учитывающие разную пользовательскую политику, компоненты медиаданных, предоставляемые услуги и т. п. Требуется также, чтобы две IMS-сети при необходимости могли обмениваться информацией, нужной для начисления платы за сеанс связи.

IMS поддерживает начисление платы как в режиме online, так и в режиме offline.

2.7 Стандартизация IMS

Концепция IMS является результатом работ трех международных организаций по стандартизации – 3GPP, 3GPP2 и ETSI [14].

Партнерство 3GPP было создано в конце 1998 г. по инициативе института ETSI с целью разработки технических спецификаций и стандартов для мобильных сетей связи третьего поколения (сетей UMTS), являющихся следующим этапом развития сетей GSM/GPRS.

Партнерство 3GPP2 появилось в 1998 г. также по инициативе ETSI и Международного союза электросвязи (МСЭ) для разработки стандартов сетей 3G (сети CDMA-2000) в рамках проекта IMT-2000, созданного под эгидой МСЭ. Оно было образовано практически теми же организациями, что и в случае 3GPP. Основным вкладом организации 3GPP2 в развитие стандартов для мобильных сетей 3G явилось распространение концепции IMS на сети CDMA2000 (IP-транспорт, SIP-сигнализация), описанное в спецификации под общим названием MultiMedia Domain (MMD).

Оба партнерства разрабатывают стандарты сетей 3G, ориентируясь на широкое применение IP-совместимых протоколов, стандартизованных Комитетом IETF, и используя основные идеи архитектуры сетей связи следующего поколения.

Впервые концепция IMS была представлена в документах 3GPP Release 5 (март 2002). В них была сформулирована основная на то время задача IMS – поддержка мультимедийных услуг в мобильных сетях на базе протокола IP, и специфицировано взаимодействие абонентов сетей GSM/GPRS (2.5 G) и UMTS (3G), а так же механизмы взаимодействия мобильных сетей 3G на базе архитектуры IMS с беспроводными сетями с коммутацией каналов.

В документах 3GPP Release 6 (декабрь 2003) ряд положений концепции IMS был уточнен, добавлены вопросы взаимодействия с беспроводными локальными сетями и защиты информации (использование ключей, абонентских сертификатов).

В документах 3GPP Release 7 рассматривается взаимодействие мобильных и стационарных сетей, то есть сделан первый реальный шаг в направлении конвергенции стационарных и мобильных сетей.

Спецификация Release 7 добавляет две основные функции, которые являются ключевыми в стационарных сетях:

- Network Attachment, которая обеспечивает механизм аутентификации пользователей и необходима в стационарных сетях, поскольку в них отсутствуют SIM-карты идентификации пользователя;

- Resource Admission, резервирующая сетевые ресурсы в стационарных сетях для обеспечения сеансов связи.

Работы, направленные на расширение концепции IMS на стационарные сети, проводятся Комитетом TISPAN. Интерес к архитектуре IMS со стороны ETSI привел к созданию новой рабочей группы (2003 г.), объединившей известную группу TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) и Технический комитет SPAN (Services and Protocols for Advanced Networks), который отвечает за стандартизацию стационарных сетей. С момента своего создания в 2003 году, организация ETSI TISPAN является ключевым органом стандартизации по созданию технических требований к сетям NGN.

В TISPAN стандартизация делится на этапы, результатом каждого из которых является очередной Release. В декабре 2005 года был окончательно завершен Release 1 NGN, который утверждает стандарт 3GPP IMS (IP Multimedia Subsystem) для SIP-приложений, а также добавляет дополнительные функциональные блоки и подсистемы для поддержки не SIP-приложений.

В начале 2008 года был закончен NGN Release 2, который ввел новое ключевое понятие в NGN-IPTV и IPTV на базе IMS.

TISPAN выделяет два варианта реализации IPTV:

- специализированная подсистема IPTV, ориентированная на внедрение существующих на рынке решений в NGN среде;

- решение IPTV на базе IMS, позволяющее объединять телевизионные услуги с различными телекоммуникационными услугами (голосовые услуги, услуги передачи данных и услуга присутствия в сети).

С начала 2008 года TISPAN начал работу над требованиями NGN Release 3, уделяя особое внимание усовершенствованию IPTV, взаимодействию IP сетей, повышению безопасности NGN, качеству обслуживания QoS.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА

3.1 Общие принципы построения сети ОбТС

Сеть общетехнологической телефонной связи (ОбТС) предназначена для предоставления услуг телефонной связи абонентам разных подразделений Белорусской железной дороги. Территория предоставления услуг охватывает всю железную дорогу страны [10].

Эта сеть имеет категорию технологической сети связи, присоединенной к сети связи общего пользования. Услуги сети общего пользования могут предоставляться как абонентам технологической связи, так и иным абонентам на возмездной основе. Внутри сети ОбТС могут также образовываться выделенные сети телефонной связи, предназначенные для оказания возмездных услуг пользователям, не относящимся к абонентам технологической связи.

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

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

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

Аналоговая сеть ОбТС строится на базе аналоговых АТС и аналоговых соединительных линий. На местной аналоговой сети ОбТС используются стандартные для стран СНГ системы коммутации и системы сигнализации. На междугородной аналоговой сети ОбТС используются как АТС, так и ручные междугородные станции (РМТС). Основой РМТС являются ручные междугородные коммутаторы, на которых операторы (телефонистки) устанавливают междугородные соединения с помощью шнуровых пар. В РМТС включаются междугородные каналы ручных и полуавтоматических соединений. Между АТС организуются междугородные каналы автоматической связи. Междугородные каналы образуются из стандартных каналов ТЧ с

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

В 90-е гг. прошлого столетия началось внедрение цифровых систем коммутации, которые в совокупности с цифровыми системами передачи, стали основой цифровых сетей ОБТС. На местных и междугородной сетях ОБТС стали внедряться стандартные цифровые АТС, соединенные между собой цифровыми каналами Е1. Взаимодействие между цифровыми АТС стало осуществляться только с применением стандартных систем сигнализации по общему каналу. Сети ОБТС превратились в цифро-аналоговые. На них появилось значительно больше каналов междугородной связи, что, в принципе, могло бы позволить отказаться от РМТС. Однако особенности обеспечения технологических процессов на железнодорожном транспорте повлияли на то, что ручные междугородные станции остались на цифро-аналоговой и цифровой сети. Однако РМТС принципиально изменились – вместо ручных шнуровых междугородных коммутаторов стали использоваться автоматизированные рабочие места (АРМ), построенные на базе персональных компьютеров.

3.2 Местные сети ОБТС и взаимодействие с телефонной сетью общего пользования

3.2.1 Местные сети ОБТС

Местная телефонная сеть организуется при управлениях и отделениях железных дорог, на станциях, заводах и других организациях и учреждениях железнодорожного транспорта. На крупном железнодорожном узле может быть несколько автоматических телефонных станций. При этом, как правило, организуются районированные местные сети. АТС размещаются в телефонных центрах тех территорий, которые они обслуживают (рисунок 3.1).

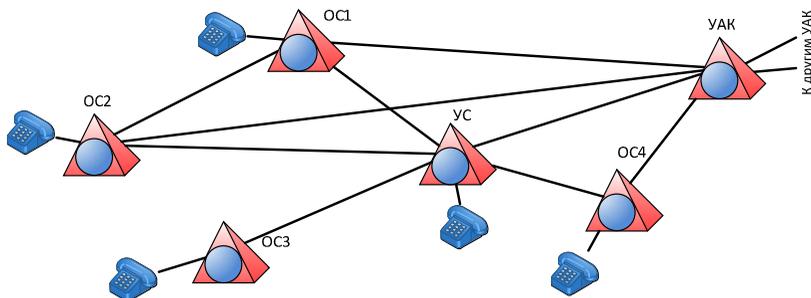


Рисунок 3.1 – Построение местной сети ОбТС

На местной сети ОбТС используются АТС, которые по назначению делятся на оконечные и узловые. Оконечные АТС обеспечивают абонентам внутростанционные и межстанционные (с абонентами других АТС) соединения. Такие станции имеют в среднем два-три направления внешней связи к другим АТС и УАК. Узловые АТС, кроме внутростанционных и внешних соединений, позволяют осуществлять транзитные соединения. Местная сеть чаще всего имеет полностью связанную структуру. На крупных железнодорожных узлах находит применение узловая структура [10].

В зависимости от территориальных размеров, объема выполняемых работ и численности работников железнодорожной станции на местной сети телефонной связи абонентская емкость АТС составляет от нескольких десятков до 6000 номеров. Большинство местных сетей ОбТС имеют по одной АТС.

Цифровая местная сеть ОбТС имеет следующие особенности:

- в качестве коммутационных станций используются цифровые УПАТС с функциями ISDN;
- функции узла автоматической коммутации выполняет узловая станция;
- вместо ОС малой емкости устанавливается выносной модуль УПАТС (концентратор) или абонентский мультиплексор, каждый из которых связан с УС каналами E1 с применением сигнализации V5.1 или V5.2;
- УПАТС связаны между собой каналами E1 с использованием сигнализации QSIG или фирменной сигнализации;
- УПАТС, выполняющие функции ОС и УС, обеспечивают маршрутизацию вызовов, что позволяет образовать прямые и обходные соединения.

Местные АТС должны обеспечивать:

- внутростанционную автоматическую связь между любыми абонентами;
- внешнюю автоматическую связь с городскими (сельскими) и учрежденческими АТС;
- автоматическую связь со специальными службами;
- выход абонентов АТС местной сети на сеть дальней автоматической телефонной связи;

– выход абонентов АТС по заказным соединительным линиям на между-городную телефонную станцию ручного обслуживания (РМТС).

Пример цифровой местной сети ОбТС приведен на рисунке 3.2, а. Она включает в себя ОС1–ОС3 и УС. Узловая станция – комбинированная, так как относится как к местной, так и междугородной сети ОбТС. Соединения между любой парой УПАТС сети ОбТС может идти по прямому или обходному пути. Например, между ОС1 и ОС3 прямой путь соединения имеет вид ОС1–ОС3, а обходной – ОС1–УС–ОС3 [10].

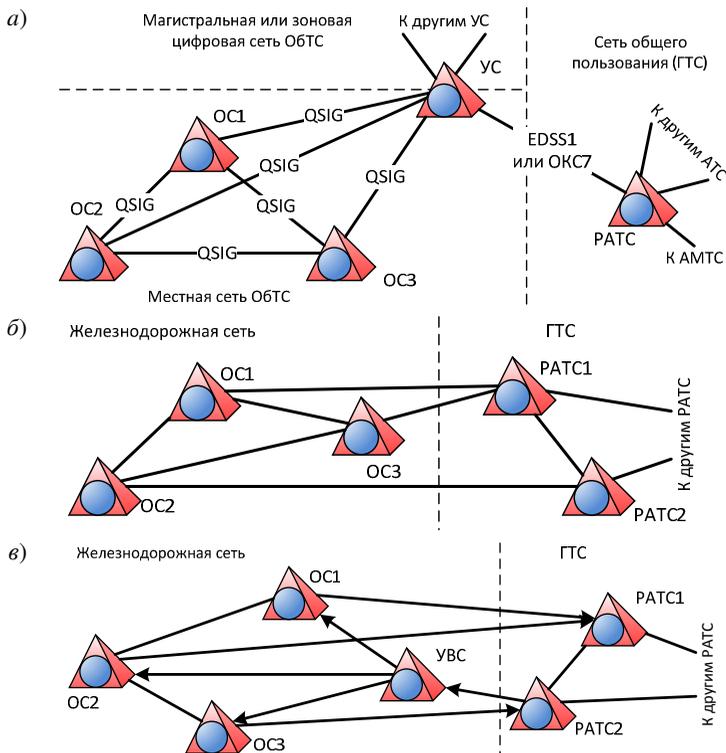


Рисунок 3.2 – Взаимодействие сетей ОбТС и ОП

3.2.2 Взаимодействие с телефонной сетью общего пользования

Взаимодействие с телефонной сетью общего пользования (ОП) осуществляется на уровне местной сети ОбТС. Присоединение сети ОбТС к сети ОП происходит к одному из операторов местной или зонавой сети телефонной связи. Для этого обычно используют сети городской телефонной связи (ГТС). При этом выделяют два варианта организации взаимодействия. В

первом случае каждая АТС железнодорожной станции посредством СЛ соединяется с ближайшей районной АТС (РАТС) ГТС (см. рисунок 3.2, б). Во втором варианте – на местной сети ОбТС размещают узел входящих сообщений УВС, в который заводятся все линии входящей связи от абонентов сети ОП (см. рисунок 3.2, в).

Абоненты железнодорожной сети, имеющие право выхода на общегосударственную сеть связи, могут пользоваться и междугородной и международной связью этой сети. При предоставлении абонентам услуг междугородной и международной связи на сети ОП соединения проходят через АМТС одного из операторов междугородной и международной связи. При этом разговоры должны оплачиваться вызывающим абонентом по установленным тарифам и в зависимости от их длительности [10].

При выходе на сеть ОП абонент сети ОбТС набирает вначале индекс «9» (иногда «8»), а затем полный местный, междугородный или международный номер абонента ОП. На аналоговых сетях, как правило, после набора индекса выхода на сеть ОП абонент ОбТС должен услышать акустический сигнал ответа станции. Если сети ОП и ОбТС цифровые, то набор индекса и цифр номера происходит без прослушивания такого сигнала. Соединения от абонентов ОП к абонентам ОбТС происходят по общим правилам сети ОП: без набора какого либо индекса и прослушивания сигналов от сети ОбТС.

3.2.3 Нумерация на местной сети ОбТС

За абонентами сети ОбТС, являющимися также абонентами сети ОП, закрепляются два номера: номер внутри сети ОбТС и номер в сети ОП. Эти два номера могут отличаться числом цифр в номере (например, номер в сети ОбТС – четырехзначный, а в сети ОП – шестизначный). При этом удобнее, чтобы все или часть цифр номера сети ОбТС совпадали с цифрами номера сети ОП (например, номер в сети ОбТС – 24-76, а в сети ОП – 95-24-76). Однако достигнуть такого бывает сложно, и поэтому рассматриваемые номера могут не совпадать.

На аналоговой местной сети ОбТС принята четырехзначная нумерация абонентов. При этом первая цифра определяет принадлежность абонента к соответствующему подразделению: «4» – к управлению железной дороги, «3» – к отделению, «2» – к железнодорожной станции. Для иных абонентов, а также в случае недостаточности приведенных номеров, используются номера, начинающиеся с цифры «5», «6» и «7». На особенно крупных железнодорожных узлах (Москва, Санкт-Петербург) была принята пятизначная нумерация.

В реальных местных аналоговых сетях можно встретить трехзначную, а иногда и двухзначную нумерацию. Это связано с тем, что электромеханические АТС некоторых типов (например, КРЖ104/204, ЕСК400Е) не могут работать более чем с тремя (или двумя) цифрами номера [10].

3.3 Аналоговая сеть междугородной ОбТС

3.3.1 Построение аналоговой сети

В узловых пунктах аналоговой сети междугородной телефонной связи установлены узлы автоматической коммутации УАК или узловые станции УС, выполняющие функции АМТС сети ОбТС. Кроме того, УС также является коммутационной станцией местной сети.

Междугородная аналоговая сеть связи железнодорожного транспорта СССР делилась на магистральную автоматически коммутируемую телефонную сеть (МАКТС) и дорожные автоматически коммутируемые сети (ДАКТС). Число ДАКТС соответствовало числу железных дорог. На магистральной сети были организованы главный (ГУ) и дорожные (ДУ) узлы связи, в которых размещались узлы автоматической коммутации классов УАК I и УАК II. Главный узел находился на ЦСС. Дорожная сеть включала в себя дорожные, отделенческие (ОУ) и вспомогательные отделенческие (ВОУ) узлы, оборудованные УАК. В ДУ узлы автоматической коммутации выполняли соединения одновременно на МАКТС и ДАКТС (рисунок 3.3).

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

На междугородной сети автоматической связи соединение может проходить через несколько УАК, причем число транзитных узлов не должно превышать четырех. Во всех транзитных узлах должны выполняться четырехпроводные соединения. Через ГУ устанавливаются соединения между абонентами разных железных дорог. Соединения между смежными ДУ (на рисунке 3.3 – между ДУ1 и ДУ2) могут устанавливаться по прямым каналам, минуя ГУ. На дорожной сети соединения между абонентами разных отделений устанавливаются через ДУ, а также по прямым каналам между смежными ОУ (например, между ОУ1 и ОУ2 на сети дороги 1). На сети междугородной связи в некоторых случаях объединяют дорожный и отделенческий узлы (например, ДУ2 и ОУ1). Объединенный узел обслуживается одним комплектом аппаратуры УАК. В аналоговых сетях ДАКТС применяют аппаратуру УАК и УС координатного, квазиэлектронного типов, позволяющую осуществлять четырехпроводные транзитные соединения и реализовывать смешанную систему нумерации [10].

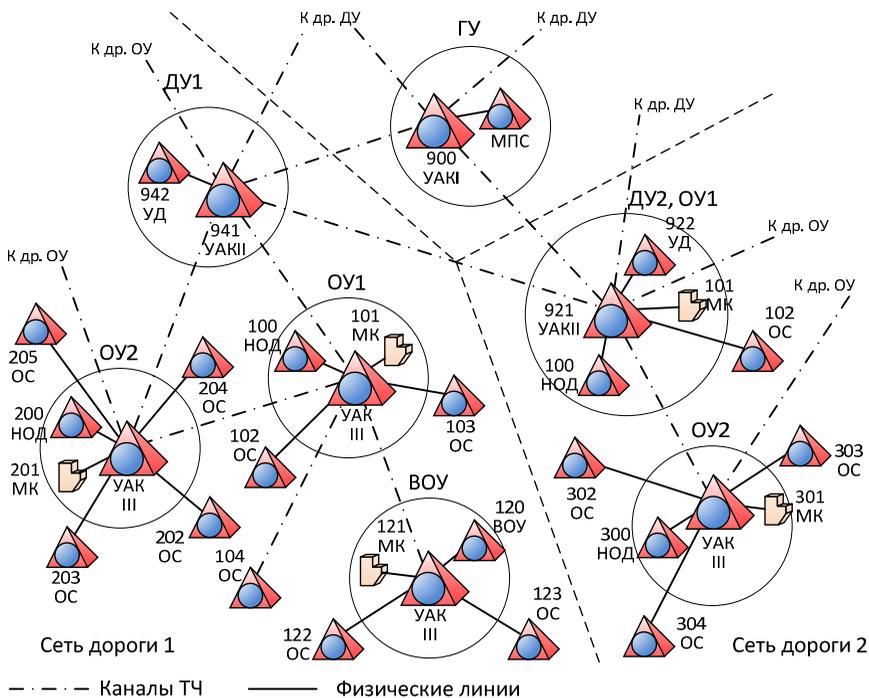


Рисунок 3.3 – Сеть аналоговой междугородной общетехнологической связи СССР

Аналоговая междугородная сеть характеризуется относительно малой емкостью пучков каналов телефонной связи. На многих звеньях сети, связывающих ОС с УАК (УС) число каналов не превышает двух-трех. Это приводит к низкому качеству обслуживания вызовов, особенно на низовом уровне. При проектировании количество каналов рассчитывалось исходя из вероятности потери вызовов на одном звене, равной 0,2. В реальных сетях потери вызовов иногда достигали 80–90 %.

БелЖД унаследовала от СССР сеть связи Белорусской железной дороги с ДУ в Минске (рисунок 3.4). В нашей сети связи присутствует только уровень ДАКТС, бывший уровень МАКТС относится к международной связи.

В настоящее время сеть ДАКТС БелЖД полностью цифровая, а аналоговые сети сохранились только на уровне местных станций. Сегодня создается современная цифровая система связи с возможностью передачи больших объемов информации с высокими скоростями, которая постоянно совершенствуется. Значительный объем работы направлен на прокладку волоконно-оптического кабеля. Внедряются новые цифровые системы автоматической коммутации, оперативно-технологической связи.

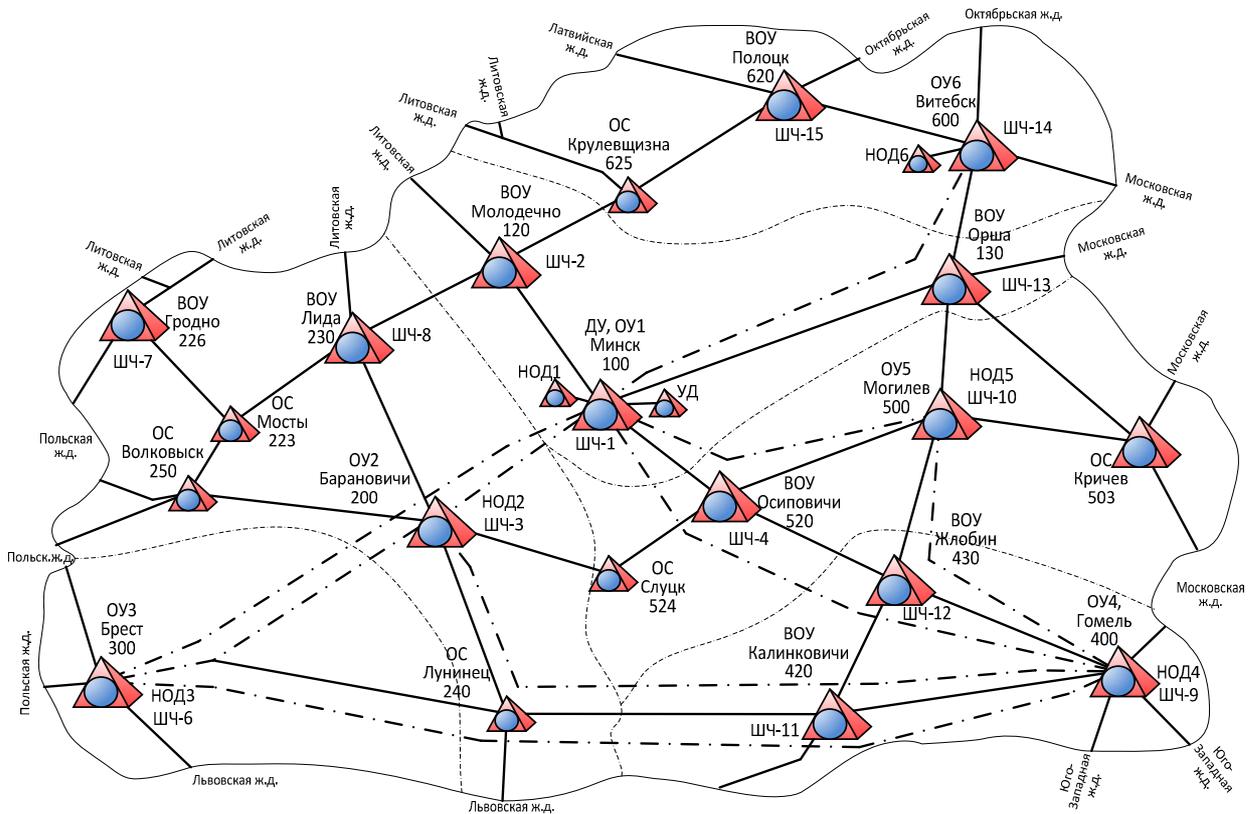


Рисунок 3.4 – Сеть междугородной общетехнологической связи БелЖД дорожного уровня

Телеграфная сеть дороги позволяет организовать передачу сообщений на все железнодорожные узлы сети стран СНГ и Балтии.

Все участки железной дороги оборудованы устройствами поездной радиосвязи. Проводится работа по внедрению современных средств цифрового стандарта поездной радиосвязи GSM-R.

3.3.2 Система нумерации на аналоговой сети

На аналоговой сети автоматической междугородной телефонной связи применяют смешанную систему нумерации. Каждая дорожная сеть образует отдельную зону с закрытой нумерацией, независимую от других дорожных сетей. Зонам соответствуют магистральные трехзначные коды АДЕ, присваиваемые дорожным узлам автоматической коммутации УАКП. Магистральные коды присваиваются также главному узлу ГУ, дорожным узлам ДУ и АТС при управлениях дорог. Магистральные коды начинаются с цифры 9, а индексы Д и Е могут быть любыми цифрами. Внутри каждой зоны телефонным станциям местных сетей и междугородным коммутаторам присваивают дорожные трехзначные коды ВДЕ, где В – любая цифра, кроме 9. Местные абоненты имеют четырехзначные коды типа ГДЕЖ, где Г – любая цифра, кроме 1, 8, 9 и 0. Нумерация узлов, станций и междугородных коммутаторов приведена на рисунке 3.5.

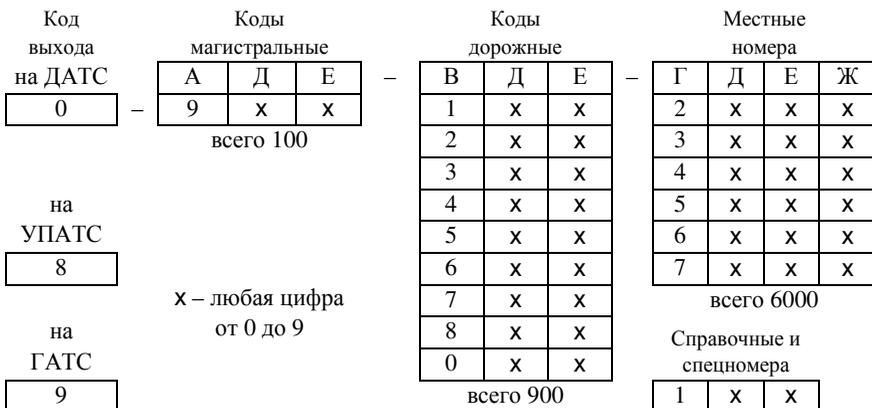


Рисунок 3.5 – Нумерация на аналоговой междугородной сети ОБТС

Для выхода на сеть автоматической междугородной связи используют индекс 0, при наборе которого устанавливается соединение местной станции с УАК или с УС.

Магистральные коды включают в себя сто номеров (см. рисунок 3.5). Внутри дорожной сети число номеров может достигать 900, что значительно-

но превышает число станций одной зоны. Таким образом, принятая система нумерации предусматривает долговременное развитие сети автоматической междугородной связи [10].

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

3.4 Магистральная и зонавые цифровые сети ОбТС

3.4.1 Принципы построения цифровой сети

Как было отмечено выше, на цифровой сети ОбТС выделены магистральная, зонавые и местные сети.

Магистральная сеть объединяет ЦСС и дорожные узлы. Зонавые сети организуются внутри железных дорог и на ЦСС. В зонавой сети (зоне) используется закрытая нумерация. Зоны могут не привязываться к отделениям железной дороги. В зону могут входить абоненты нескольких отделений. Емкость одной зоны не превышает 60 тыс. абонентов [10].

На рисунке 3.6 показана структура цифровой сети ОбТС, где указаны магистральная и зонавые сети.

В центре магистральной сети находится главный магистральный транзитный узел (ГМТУ), соединенный с дорожными транзитными узлами (ДТУ). ГМТУ входит в состав ЦСС. Для ЦСС организована отдельная зона, обслуживаемая узлом ГМТУ. Узлы ДТУ также связаны между собой прямыми пучками соединительных линий, что позволяет на магистральной сети устанавливать соединения по обходным маршрутам. Внутри железной дороги ДТУ служит для транзитных соединений между зонами дороги и внутри зоны, в которой он находится. В зонавой сети транзитные соединения между узлами коммутации осуществляет транзитный зонавый узел (ТЗУ). Узлы ТЗУ связаны с узлом ДТУ и между собой, что обеспечивает обходные соединения. В одной зоне устанавливаются транзитные внутризонавые узлы (ТВЗУ), которые связаны с ТЗУ и с нижестоящими станциями. Последние образуют узловую и линейную структуры. На многих участках в один канал Е1 последовательно включается от двух до четырех (на рисунке 3.5 – до трех) внутризонавых узлов (ВЗУ), которые представляют собой АТС малой емкости (суммарная емкость этих АТС обычно не превышает 200–300 номеров). Через ВЗУ устанавливаются транзитные соединения в пределах соответствующего участка одной зоны. Прямые СЛ между

двумя ТВЗУ и между ТВЗУ и ВЗУ, а также включенные в одну цепочку ВЗУ, позволяют организовать обходные соединения между любой парой узлов участка. За счет линейной структуры достигается высокое использование каналов Е1. В зоновой сети могут также быть оконечные станции (ОС), включенные прямыми СЛ в соответствующие узлы.

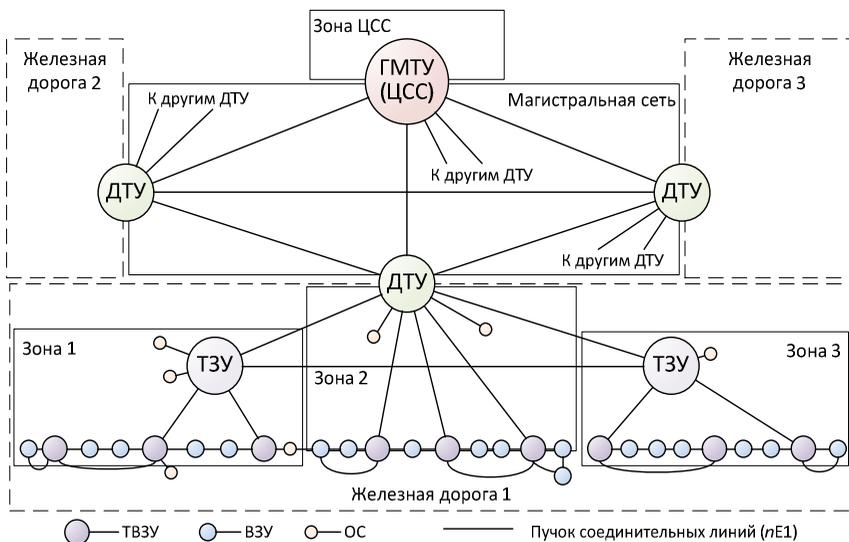


Рисунок 3.6 – Структура цифровой сети ОбТС

На цифровой сети, как правило, узлы ВЗУ, ТВЗУ, ТЗУ и ДТУ осуществляют как транзитные, так и оконечные соединения. Последнее означает, что в эти узлы включаются абонентские устройства.

На цифровой сети соединения могут устанавливаться между абонентами внутри одной зоны и между абонентами двух разных зон, находящихся как в пределах одной железной дороги, так и на разных железных дорогах. Как правило, межзональные соединения проходят через ТЗУ. Однако соединения между смежными станциями, относящимися к разным зонам, могут осуществляться напрямую (например, на рисунке 3.6 – между ОС зоны 1 и ВЗУ зоны 2).

На цифровой зоновой сети ОбТС в первую очередь находит применение система сигнализации QSIG. На магистральной сети, кроме сигнализации QSIG, применяется сигнализация ОКС № 7.

На железнодорожных станциях цифровой сети вместо УПАТС, выполняющей функции ОС, могут устанавливаться выносы (концентраторы) или мультиплексоры.

По сравнению с аналоговой на цифровой сети значительно увеличивается количество СЛ. Минимальное число СЛ в пучке равно 30. На звеньях ТЗУ–ТВЗУ предусматривается по 2–3 канала Е1, а на звеньях ДТУ–ТЗУ – по 3–6 каналов Е1. На такой сети заметно повышается качество обслуживания вызовов: вероятность потери вызовов на одном звене в большинстве случаев не должна превышать 0,05.

Цифровая междугородная сеть должна быть полностью автоматизированной. Однако на ней для обеспечения специфических технологических процессов должны использоваться полуавтоматические соединения, осуществляемые на цифровых РМТС [10].

Цифровизация междугородной сети осуществляется методом замещения по принципу «сверху-вниз». В первую очередь аналоговые АТС заменяются на цифровые в дорожных и отделенческих узлах. Затем цифровая сеть охватывает отдельные участки сети, постепенно вытесняя аналоговые системы коммутации. В настоящее время во всех отделенческих узлах БелЖД построены цифровые сети. Важной предпосылкой создания цифровой сети ОбТС является первоочередное построение первичной цифровой сети передачи.

3.4.2 Единая система нумерации на цифровой сети ОбТС

Единая система нумерации предназначена для применения на цифровых местных и междугородных сетях ОбТС и для использования на переходный период при одновременной работе фрагментов цифровой и аналоговой сетей в рамках железной дороги [10].

В основу плана нумерации цифровой сети ОбТС положен принцип единой закрытой пятизначной нумерации вида $aXXXX$ внутри одной зоны (на рисунке 3.5 показаны три таких зоны внутри железной дороги).

Единая система нумерации на цифровой сети связи (ЕСНЦ) железнодорожного транспорта должна использоваться во всех зонах сетей и на магистральной сети ОбТС.

Внутри каждой зоны применяется закрытая пятизначная нумерация. Абонентам присваиваются номера вида $aXXXX$, где a – любая цифра, кроме 1, 9, 8, 0. В пределах одной зоны число абонентов ОбТС может достигать до 60000.

Номера вида $1XXXX$ закрепляются за линиями специального назначения (стол заказов РМТС, стол справок и т. п.).

Индекс выхода в другую зону сети ОбТС – цифра 0.

Индекс выхода на телефонную сеть общего пользования – цифра 9.

Номера вида $8XX$ резервируются в качестве кодов выхода на коммерческие сети и для доступа к перспективным сервисным службам.

Каждой зоне сети ОбТС присваивается двухзначный код вида АВ, где А – любая цифра, кроме 9 и 0, В – любая цифра.

При установлении соединения внутри зоны набирается пятизначный номер вызываемого абонента: $aXXXX$.

При соединении между абонентами разных зон набирается индекс доступа к междугородной сети 0, код зоны АВ и пятизначный номер вызываемого абонента: 0-АВ- $aXXXX$. Прослушивания акустического сигнала станции после набора 0 не требуется.

В таблице 3.1 представлена характеристика системы единой нумерации на цифровой сети ОбТС.

Таблица 3.1 – Единая нумерация на цифровой сети ОбТС (ЕСНЦ)

Виды соединений и показатели	Набираемые номера и значения показателей
<i>Соединения внутри одной зоны дорожной сети</i>	
Между абонентами	$aXXXX$; $a = 2...7$
Возможное число номеров в зоне	60 000
Со справочными службами, с операторами связи, предоставление дополнительных услуг	1XXXX или 1XX
С сетью общего пользования	Индекс «9»
С междугородной сетью общего пользования	Индекс «9-8»
Резерв (для связи с сетями других операторов и с перспективными службами)	8XX
<i>Соединения между зонами</i>	
Между абонентами	0-АВ-1XXXX А = 1...8
Со справочными службами, с операторами связи другой зоны	0-АВ-1XXXX А = 1...8

Для ЦСС выделена отдельная зона с кодом АВ = 90.

При соединении от абонента железнодорожной сети к абоненту сети общего пользования набирается индекс доступа к сети общего пользования 9 и номер абонента ГТС в соответствии с принятым на данной сети планом нумерации.

В процессе соединения от абонента железнодорожной сети к сети междугородной или международной связи общего пользования после индекса 9 набирается код выхода на междугородную станцию 8, а затем либо междугородный или международный номер, либо код выбора оператора междугородной или международной связи (две цифры) и далее междугородный или международный номер.

При соединении от абонента железнодорожной сети к специальным службам сети общего пользования (0X, 0XX) после индекса 9 набирается номер соответствующей службы.

При составлении плана нумерации желательно, чтобы совпадали последние цифры номера ОбТС и ГТС. В случае невыполнения данного условия АТС сети ОбТС должна устанавливать соединения с применением двух

планов нумерации: для сети ОбТС и для сети ОП.

На цифровой сети при установлении соединений внутри зоны и между зонами передача акустического сигнала ответа станции, а также речевых сообщений не предусматривается. Такие сигналы могут сохраниться на этапе, пока существует цифро-аналоговая сеть.

В период существования цифро-аналоговых сетей будут использовать системы нумерации, принятые для аналоговых и цифровых сетей.

3.5 Сеть ОбТС с пакетной коммутацией

Современное развитие систем коммутации направлено на переход к системам с коммутацией пакетов. Производители коммутационного оборудования постепенно прекращают выпуск систем с коммутацией каналов и расширяют производство систем с коммутацией пакетов. В области построения перспективных сетей получила общее признание концепция сети следующего поколения NGN [10].

Становится ясно, что перспективная сеть ОбТС должна стать частью сети NGN. Последняя должна представлять собой технологическую сеть связи железнодорожного транспорта, предоставляющую разные услуги своим пользователям: речевые, видео и передачи данных, с возможностью доступа к сети общего пользования. В дальнейшем преимущественно рассматриваются услуги передачи речи.

Процесс конвергенции сети ОбТС с сетью с коммутацией пакетов во многом зависит от существующего состояния сети ОбТС.

В настоящее время на сети ОбТС БелЖД преобладают системы с коммутацией каналов. В крупных железнодорожных узлах установлены цифровые АТС. Незначительное количество аналоговых АТС сохранилось на малых железнодорожных станциях. При этом аналоговые АТС выработали свой ресурс, а срок эксплуатации цифровых АТС уже весьма велик.

3.5.1 Особенности перевода сети ОбТС на коммутацию пакетов

Системы с пакетной коммутацией должны в первую очередь заменить аналоговые АТС, а внедрение таких систем, прежде всего, следует ожидать на железнодорожных станциях малых размеров.

В переходный период потребуется довольно много устройств сопряжения систем пакетной коммутации с существующими АТС. При этом придется производить сопряжение с такими специфическими системами сигнализации, как одночастотная и по трехпроводным соединительным линиям.

На сети пакетной коммутации доля аналоговых телефонных аппаратов должна заметно преобладать по сравнению с IP-телефонами. Это следует из того, что на цифровой сети с коммутацией каналов доля цифровых телефон-

ных аппаратов обычно не превышает 10–15 %. Вместе с тем следует ожидать увеличения доли мобильных телефонов, работающих в сети доступа по такой технологии как Wi-Fi с применением протокола SIP [10].

Следовательно, на сети пакетной коммутации должно быть достаточно много абонентских шлюзов, интегрированных устройств доступа и терминальных адаптеров, ориентированных на включение в них аналоговых телефонных аппаратов.

Преобладание аналоговых телефонных аппаратов приводит к необходимости использовать в пакетной сети ОбТС систему адресации терминалов пользователей, основанную на присвоении терминалам десятичных номеров, как это делается в классической телефонной сети. На сети ОбТС с коммутацией пакетов (ОбТС-П) может быть применена система единой нумерации, принятая для цифровой сети ОбТС с коммутацией каналов (см. таблицу 3.1).

3.5.2 Варианты построения пакетной сети ОбТС

Возможны разные варианты построения сети ОбТС-П на железных дорогах. На сети ОбТС-П должны сохраниться дорожный и отделенческий уровни иерархии. Внутри железной дороги должны быть образованы районы, в каждом из которых используется единая пятизначная нумерация. В пределах одного или нескольких районов должен быть центр технического обслуживания сети ОбТС-П. Количество районов сети ОбТС-П зависит от конкретной железной дороги. В частности, один район может совпадать с одним отделением железной дороги или дистанцией сигнализации. На рисунке 3.7 в качестве примера показана общая схема построения сети ОбТС-П на одной железной дороге с пятью районами. В каждом районе находятся устройства, управляющие соединениями: коммутаторы Softswitch и/или SIP-серверы, а также сервер конференцсвязи. На схеме для районов 1, 2 и 3 показаны только коммутаторы Softswitch, SIP-серверы и серверы конференцсвязи. На рисунке штрихпунктирные линии указывают на логические соединения между узлами сети и с узлами других сетей. Так, например, SIP-сервер района 2 может маршрутизировать вызовы к коммутаторам Softswitch районов 1 и 5 и к SIP-серверу района 4. Предполагается, что все узлы сети ОбТС-П включены в дорожную IP-сеть [4, 9, 10, 13, 15].

На дорожной сети в главном районе (на рисунке 3.7 – район 1), в котором находится Управление железной дороги, должен устанавливаться коммутатор Softswitch, выполняющий роль дорожного узла (ДУ). Этот коммутатор логически связан с SIP-серверами и коммутатором Softswitch других районов. Через него осуществляются соединения внутри района и между районами железной дороги, а также с другими дорожными узлами на магистральном уровне. Коммутатор Softswitch ДУ обеспечивает соединения с сетью общего пользования для абонентов района 1.

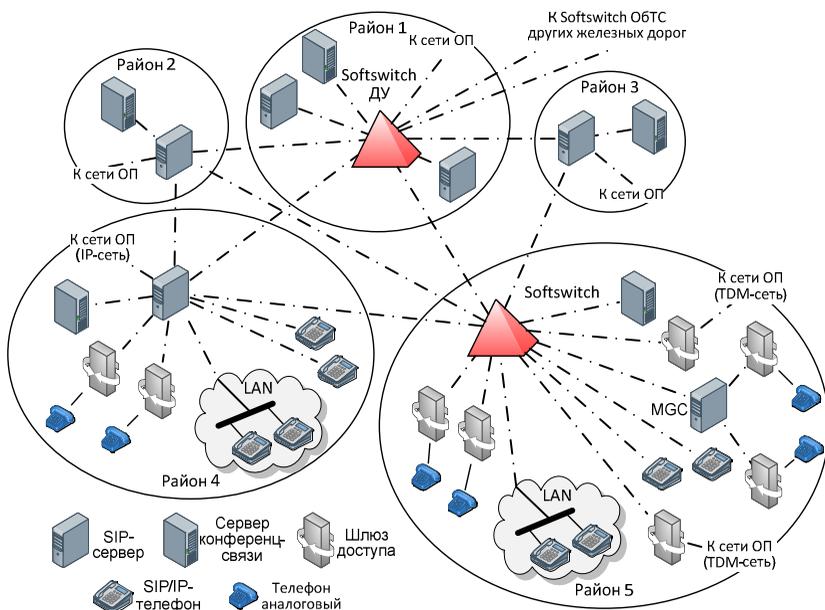


Рисунок 3.7 – Пример построения сети ОбТС-П

В других районах преимущественно должны устанавливаться SIP-серверы, а в наиболее крупных – коммутаторы Softswitch (на рисунке 3.7 – район 5). SIP-сервер или коммутатор Softswitch обслуживает вызовы внутри одного района, устанавливая соединения между абонентами этого района и внешние соединения с другими районами сети ОбТС-П и с сетью ОП. Эти же устройства устанавливают транзитные соединения между районами. В каждом районе для включения аналоговых телефонных аппаратов должны применяться шлюзы различной емкости, распределяемые по разным железнодорожным станциям. Шлюзы логически связаны с SIP-сервером или коммутатором Softswitch. Возможен вариант объединения шлюзов с управлением от контроллера MGC по протоколу MGCP.

Как видно из рисунка 3.7, на сети ОбТС-П предусматривается не менее двух маршрутов установления соединений между районами, что повышает живучесть сети и предотвращает перегрузки отдельных SIP-серверов и коммутаторов Softswitch при установлении транзитных соединений.

В каждом районном центре или в одном центре, обслуживающем несколько районов, должны устанавливаться серверы конференцсвязи, с помощью которых организуются аудиоконференции для абонентов одного и/или разных районов. Ресурсы конференц-серверов могут быть распределены между сетями ОбТС и ОТС.

Взаимодействие с сетью ОП должно происходить в каждом районе на местном уровне. Управление соединениями с сетью ОП должно осуществляться SIP-сервером или коммутатором Softswitch соответствующего района. Если телефонная сеть ОП является пакетной, то SIP-сервер или коммутатор Softswitch сети ОБТС обменивается сигнальной информацией с узлом управления сети ОП, например, с коммутатором Softswitch сети ОП (на рисунке 3.7 – район 4). С целью пропуска речевого и сигнального трафика IP-сеть ОБТС должна быть напрямую связана с IP-сетью ОП (на рисунке 3.7 – IP-сети не показаны). При взаимодействии с TDM-сетью ОП, должны использоваться шлюзы соединительных линий, причем в одном районе может быть несколько точек присоединения к сети ОП (на рисунке 3.7 для района 5 показаны две точки присоединения). На сети ОП каждая точка присоединения организуется для отдельной АТС.

Для сети ОБТС характерно множество железнодорожных станций небольшой емкости, расположенных вдоль одной линии. Доступ пользователей этих станций к IP-сети железной дороги может осуществляться разными способами. Рассмотрим варианты сети доступа с применением цифровых линий xDSL и коммутаторов локальной сети.

На рисунке 3.8 показан пример организации сети доступа на участке железной дороги со станциями А–Д с применением цифровых линий SHDSL.

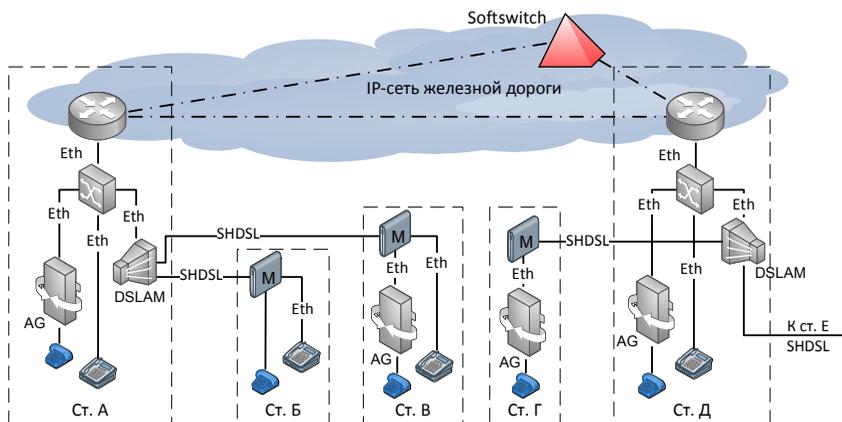


Рисунок 3.8 – Пример организации сети доступа на основе SHDSL

Станции вытянуты в одну линию, причем станции А и Д являются узловыми и через них осуществляется доступ к IP-сети железной дороги. На этих станциях находятся мультиплексоры доступа по цифровой абонентской линии DSLAM (Digital Subscriber Lure Access Multiplexer). Со стороны IP-сети мультиплексор включен по интерфейсу Ethernet (Eth) в коммутатор, а с абонентской стороны в него включены линии SHDSL. На промежуточ-

ных станциях Б, В и Г устанавливаются оконечные устройства в виде модема (М) или устройства интегрального доступа (IAD). Модем должен иметь интерфейсы Ethernet, к которым подключаются шлюз AG и IP-телефоны. Цифровая линия SHDSL может быть организована по электрическому кабелю с использованием двух или четырех жил, что зависит от требуемой пропускной способности и удаления промежуточных станций от узловой станции. Для увеличения дальности связи в цифровую линию могут быть включены регенераторы (репитеры). Связь между мультиплексором DSLAM и модемом может быть организована по волоконно-оптическому кабелю, что позволяет заметно увеличить дальность связи.

На схеме (см. рисунок 3.8) также показан коммутатор Softswitch, включенный в IP-сеть и управляющий соединениями на данном участке сети ОбТС-П. Пакеты сигнальной информации проходят через IP-сеть и один из узлов рассматриваемого участка: станцию А или Д.

Путь прохождения речевого трафика зависит от местонахождения пользователей и вида телефонного аппарата. Трафик замыкается внутри шлюза или устройства IAD при соединениях между абонентами с аналоговыми аппаратами внутри одной станции. При соединениях внутри станции с участием IP-телефона трафик замыкается внутри станции и проходит через коммутатор LAN (станция А), через маршрутизатор (станция Д), через модем М (станция Б) или через устройство IAD (станция В). Такие пути передачи речевого трафика возможны благодаря тому, что шлюзы AG, модем и устройство IAD выполняют функции коммутатора LAN. Если разговаривают абоненты разных промежуточных станций, прилегающих к одной узловой станции (станции Б и В), то трафик замыкается внутри узловой станции в коммутаторе LAN (станция А) или маршрутизаторе (станция Д). То же самое происходит при соединениях между абонентами узловой и промежуточной станций, когда промежуточная станция прилегает к данной узловой станции (например, между абонентами станций А и В). Речевой трафик проходит через IP-сеть при соединениях между узловыми станциями или станциями, прилегающими к разным узловым станциям (например, между станциями Б и Г), а также при соединениях с абонентами сети ОбТС вне рассматриваемого участка.

Вариант организации доступа с применением коммутаторов локальной сети показан на рисунке 3.9.

На станциях А–Д установлены коммутаторы LAN, образующие отдельную локальную сеть. Коммутаторы соединены в цепочку с помощью волоконно-оптической линии. На узловых станциях А и Д коммутаторы соединены с маршрутизаторами IP-сети железной дороги. К коммутаторам LAN подключаются шлюзы AG и IP-телефоны. Соединениями внутри участка и внешними соединениями управляет коммутатор Softswitch, находящийся вне данного участка. В зависимости от станции участка сигнальные сообщения

при взаимодействии с коммутатором Softswitch проходят через коммутатор LAN одной из узловых станций (например, для станций А, Б и В – через коммутатор LAN станции А, а для станций Г и Д – через коммутатор LAN станции Д). Потоки речевых пакетов при соединениях между абонентами участка могут проходить только через коммутаторы LAN внутри участка. IP-сеть железной дороги может использоваться для передачи речевых пакетов для связи абонентов данного участка с другими абонентами сети ОбТС или ОП. Следовательно, в этом варианте общая IP-сеть меньше загружается речевым трафиком. Преимущество данного варианта также состоит в возможности организации сети доступа с кольцевой структурой.

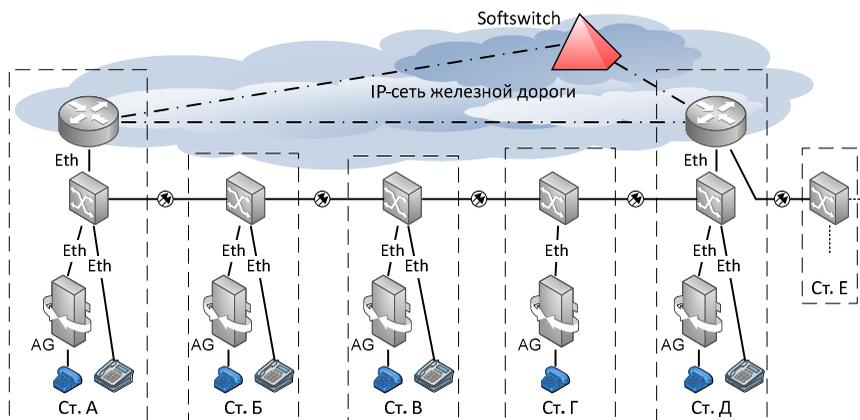


Рисунок 3.9 – Организация доступа с применением коммутаторов локальной сети

Из рисунка 3.9 видно, что кольцо может быть образовано из последовательно соединенных коммутаторов LAN и IP-сетью, в которой напрямую или через другие узлы IP-сети связаны между собой маршрутизаторы станций А и Д. Поскольку сеть Ethernet может иметь только древовидную структуру, исключающую образование петель, то в пакетной сети ОбТС необходимо использовать один из протоколов, обеспечивающих реконфигурацию сети Ethernet в случае обрыва кольца (например, при обрыве кабеля между промежуточными станциями участка сети). Применение может найти протокол маршрутизации RIP или OSPF (в этом случае коммутаторы LAN должны также выполнять функции маршрутизации трафика), протокол STP (Spanning Tree Protocol – протокол покрывающего дерева) или RPR (Resilient Packet Ring – отказоустойчивое пакетное кольцо). Такое построение сети доступа хорошо согласуется с требованиями сети ОТС, в которой надежность сети играет важную роль. В этом случае может быть использовано общее оборудование как для сети ОбТС, так и для сети ОТС.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Основные рекомендации

При реальном проектировании на заданном объекте производятся изыскания для получения сведений о предполагаемом росте числа и о составе абонентов сети связи, о станциях, с которыми будут иметь связь абоненты центральной (узловой) АТС (эти станции в дальнейшем будут называться встречными), о наличии других устройств железнодорожной связи на заданном объекте, о помещениях, которые могут быть использованы для размещения проектируемого оборудования, об условиях электропитания.

При учебном проектировании изыскания на объекте не производятся, а исходные данные для организации сети связи железнодорожного узла выдаются преподавателем в соответствии с учебным шифром.

В задании на проект указываются размеры железнодорожного узла, топография размещения встречных АТС и абонентов, их категория, среднее число вызовов на одного абонента в час наибольшей нагрузки для всех категорий абонентов и всех видов соединений, средняя продолжительность одного разговора, процент отказов вследствие занятости вызываемого абонента, доступность выхода абонентов на другие сети связи.

Некоторые необходимые данные для учебного проектирования сети выбираются произвольно в соответствии со следующими рекомендациями:

- конечная абонентская емкость станции коммутации определяется максимальным числом номеров, которые могут быть задействованы в течение достаточно длительного периода эксплуатации. По величине конечной емкости проектируются помещение станции и источники электропитания. Конечная емкость может быть принята на 30–50 % больше монтируемой и должна быть кратной 32 (по минимальному количеству портов);

- число абонентов разных административных объектов должно быть кратно восьми и определяется следующими соотношениями. Число абонентов Управления дороги приблизительно в 1,5–2 раза больше числа абонентов отделения, а число абонентов отделения приблизительно в 2 раза больше числа абонентов крупной железнодорожной станции. Число абонентов квартирного сектора принимается равным 20–30 % от емкости станции;

- для встречных станций должны быть определены тип аппаратуры и система нумерации абонентов (для АТС следует указать число знаков и первые знаки номера). Число знаков абонентских номеров встречных стан-

ций может быть от трех до семи. Цифры первых знаков этих номеров зависят от характера обслуживаемого объекта и типа станции. Для ГАТС требуется определить реальное число знаков номера по справочникам.

В случае отсутствия необходимых для проектирования значений некоторых параметров их величины выбираются самостоятельно. При этом необходимо привести аргументированные доводы в пользу выбранных значений.

Проект сети общетехнологической телефонной связи участка железной дороги должен состоять из расчетно-пояснительной записки и графической части, оформленных в соответствии с требованиями ГОСТ.

В процессе проектирования необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ существующей сети связи участка железной дороги;
- обосновать реорганизацию сети телефонной связи с применением современного коммутационного оборудования;
- определить параметры сети телефонной связи с разработкой системы нумерации и распределением абонентов станций по типам оборудования;
- разработать схему первичной сети связи;
- разработать структурную схему сети ОБТС заданного участка;
- выбрать коммуникационное оборудование;
- выполнить расчет удельных нагрузок;
- выполнить расчеты параметров фрагментов сети с разработкой структурных схем:

- шлюзов доступа;
- коммутатора доступа;
- сигнальной сети абонентского концентратора;
- транспортного шлюза;
- сигнальной сети транзитного коммутатора;
- определить транспортный ресурс Softswitch;
- разработать структурные схемы фрагментов сети NGN;
- выполнить расчет оборудования сети IMS;
- разработать структурную схему сети в соответствии с выполненными расчетами и нанести на нее полученные результаты;
- разработать план размещения и электропитания проектируемого оборудования центральной (узловой) станции;
- определить капитальные затраты;
- привести результаты научно-исследовательской части.

Кроме перечисленного выше по указанию руководителя дипломного проектирования разрабатывается индивидуальное задание научно-исследовательского характера.

Графическая часть содержит следующие обязательные схемы:

- схема сети телефонной связи участка железной дороги;
- структурные схемы фрагментов сети NGN участка железной дороги с

раскрытием структур распределенной оконечной станции коммутации;

- схема расположения шлюзов доступа с учетом распределения абонентов в рассматриваемом районе;
- план шкафного размещения оборудования коммутации в помещениях центральной (узловой) станции.

При проектировании и эксплуатации сетей связи актуальной задачей является установление соответствия между поступающей нагрузкой и пропускной способностью системы коммутации. Заниженные нагрузки ведут к «омертвлению» капитальных вложений на приобретенное оборудование, а завышенные нагрузки – к ухудшению качества обслуживания на станциях и сети в целом.

Расчет телефонной нагрузки производится для монтируемой и конечной емкостей. Значение телефонной нагрузки для монтируемой емкости определяет объем оборудования; для конечной емкости – резерв развития, то есть перспективный рост количества абонентов.

Все расчеты при выполнении курсового проекта должны быть снабжены теоретическими пояснениями, основывающимися на изложенном выше материале, а также на приведенных в списке рекомендуемой литературы книгах. **Отсутствие пояснений к расчетам не принимается!**

4.2 Техничко-экономическое обоснование реорганизации сети связи на железнодорожном транспорте

Внедрение новой техники должно способствовать решению задач по повышению эффективности производства и улучшению качества продукции и услуг.

Организация и реорганизация сетей телефонной связи должны осуществляться на основе применения коммутационного оборудования с программным управлением, обеспечивающего цифровой соединительный тракт, автоматизацию технического обслуживания, и соответствовать требованиям абонентов по видам предоставляемых услуг. Это позволит:

- уменьшить стоимость телефонной сети путем децентрализации коммутационных устройств и введения цифровой коммутации;
- обеспечить независимость качества связи от расстояния при введении цифровой передачи и коммутации;
- программно изменять назначение станции, что обеспечит большую гибкость системы;
- значительно сократить обслуживающий персонал за счет большей надежности оборудования, а также автоматического контроля.

Указанные требования могут быть выполнены только при использовании цифровых систем коммутации.

При обосновании применения цифрового коммутационного оборудования пользуются техническими, технико-экономическими и моральными критериями.

Технические критерии основаны на анализе уровня надежности и связаны с последствиями отказов объектов.

Технико-экономические критерии также основаны на анализе уровня надежности и связаны с затратами на эксплуатацию оборудования и ликвидацию последствий отказов объектов, то есть ремонтом и закупкой запасных частей.

Эксплуатационные затраты основаны на анализе составляющих текущих затрат, таких как затрат на содержание персонала, транспортных затрат, затрат на текущее обслуживание оборудования, оплату электроэнергии, содержание средств эксплуатации, потерь от простоя коммуникационного оборудования.

Моральные критерии отражают степень соответствия свойств коммутационной платформы требованиям предоставления современных коммуникационных услуг.

В курсовом проекте эти вопросы должны быть рассмотрены развернуто.

4.3 Разработка схемы сети NGN/IMS

Схема сети телефонной связи железнодорожного узла разрабатывается в соответствии с заданием и с учетом монтируемой и конечной емкостей выбранных станций коммутации, количества видов внешней связи, выбранной системы нумерации, дополнительных видов услуг. Примерные схемы сетей IMS представлены на рисунках 4.1 и 4.2. Они отражают характер терминального оборудования, способ взаимосвязи и определяют способность сети к доставке информации в требуемые пункты сети. На рисунках приняты следующие обозначения: SX – гибкий коммутатор; AS – сервер приложений; LS – сервер местонахождения; RAS – сервер удаленного доступа; SA – коммутатор доступа; SG – сигнальный шлюз; TG – транспортный шлюз; RAGW – резидентный шлюз доступа; TE – терминальное оборудование [4, 10].

Абоненты железнодорожного узла, как показано на схеме, должны иметь выход на городскую телефонную сеть.

В курсовом проекте требуется разработать схемы сетей связи для каждой станции отделения в соответствии с заданием. Кроме того, разрабатывается общая схема сети связи отделения дороги.

4.4 Расчет нагрузки, поступающей на соединительные устройства

Значение телефонной нагрузки для монтируемой емкости определяет объем оборудования; для конечной емкости – резерв развития, т. е. перспективный рост количества абонентов. Расчет телефонной нагрузки производится для конечной емкости абонентского оборудования.

Нагрузка, поступающая от источника, состоит из двух составляющих: управляющей нагрузки Y_y и разговорной – $Y_{разг}$, Эрл.

Управляющая нагрузка имеет место при установлении всех видов соединений: внутрисканционных, исходящих к встречным станциям, входящих от встречных станций. В сети NGN данного курсового проекта эта нагрузка учитывается при расчете оборудования гибкого коммутатора в разделе 5.2 [2, 13].

Разговорная нагрузка кроме нагрузки соединений, закончившихся соответственно разговором, содержит нагрузку непроизводительных видов занятий. К ним относятся занятость устройств станции, неотчет и ошибка абонента при наборе номера. В учебных проектах с целью упрощения процедуры расчета рекомендуется применять следующую формулу, исключая дифференцированное определение длительности различных видов соединений:

$$Y_{разг} = 1,1 K_p \frac{N C T_p}{3600}, \quad (4.1)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий нагрузку, создаваемую вызовами, которые не закончились разговором из-за занятости абонентских линий, неотчета вызываемого абонента, ошибочно набранного номера и др.;

K_p – коэффициент, учитывающий долю вызовов, закончившихся разговором;

N – число источников нагрузки (абонентских линий);

C – среднее число вызовов от одного источника нагрузки;

T_p – средняя длительность занятия абонентской или соединительной линии в секундах. Для вызовов, закончившихся разговором

$$T_p = t_{пв} + t_p, \quad (4.2)$$

$t_{пв}$ – слушание сигнала вызова (контроля посылки вызова), $t_{пв} = 10$ с;

t_p – длительность разговора при внутрисканционном или внешнем соединении.

Телефонная нагрузка, создаваемая абонентскими и соединительными линиями, даже в час наибольшей нагрузки является случайной величиной, которая для простейшего потока вызовов достаточно полно характеризуется математическим ожиданием (средним значением) и величиной отклонения

от среднего значения. Учитывая, что вероятность увеличения нагрузки в ЧНН от среднего значения значительно больше, чем допустимая норма потерь вызовов, все расчеты необходимо производить исходя из расчетного значения телефонной нагрузки Y_p :

$$Y_p = Y_{\text{разг}} + 0,6742\sqrt{Y_{\text{разг}}}, \quad (4.3)$$

где 0,6742 – коэффициент, определенный из нормированной функции Лапласа.

При расчете шлюза доступа (разд. 5) необходимо учитывать, что нагрузку создают различные категории абонентов, а также абоненты с различными терминалами, которые требуют индивидуальных расчетов. Поэтому удобно использовать такой параметр, как удельная нагрузка на абонентскую линию, определяемая из выражения

$$y_{\text{ЛЛ}} = \frac{Y_{\text{Алп}}}{N}. \quad (4.4)$$

Согласно рекомендуемым нормам удельная нагрузка на абонентскую линию должна быть в пределах от 0,1 Эрл до 0,2 Эрл. Однако данное утверждение было верным для аналоговых и цифро-аналоговых АТС. Современное коммутационное оборудование позволяет обслуживать нагрузку до 1 Эрл на абонента.

В курсовом проекте необходимо произвести расчет нагрузки для внутренних соединений, межстанционных соединений и соединений с городской сетью для узловой станции на проектируемой сети.

Для обеспечения связи между сетями ОБТС и ТфОП организуются потоки Е1, число которых определяется из количества линий необходимых для обслуживания нагрузки.

Основанием расчета числа соединительных линий между АТС сети являются величина телефонной нагрузки и показатели требуемого качества обслуживания вызовов. Количество соединительных линий зависит также от вида пучков линий, подключаемых к приборам станции.

Для цифровых сетей рассматривать пучки линий можно как полнодоступные неблокируемые, расчет которых производится по первой формуле Эрланга:

$$p = \frac{Y_p^v}{v!} / \sum_{i=0}^v \frac{Y_p^i}{i!}, \quad (4.5)$$

где Y – расчетная величина телефонной нагрузки, поступающей на приборы пучка;

v – число приборов, линий полнодоступного пучка.

Качество обслуживания вызовов характеризуется величиной коэффициента потерь. Допустимые величины потерь для расчета соединительных линий приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Величина потерь для расчета соединительных линий

Наименование соединительных линий	Допустимые потери p , ‰
Исходящие комплекты соединительных линий ИК	5
Входящие комплекты соединительных линий ВК	5
Входящие междугородные соединительные линии и линии специального назначения	1
Соединительный тракт между двумя телефонными аппаратами АТСЦ	20

Число линий рассчитывается отдельно для каждого направления.

Примечание – Знак ‰ – промилле (лат. *per mille* – на тысячу) – тысячные, так же как и знак %, относится к классу безразмерных величин и применяется для малых значений. Например, $1\% = 0,01$; $1\text{‰} = 0,001 = 10^{-3}$.

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО АБОНЕНТСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА

5.1 Расчет параметров оборудования доступа

5.1.1 Исходные данные для проектирования оборудования доступа

При расчете оборудования доступа (рисунок 5.1) необходимо определить:

- 1) число шлюзов и емкостные показатели составляющего их оборудования;
- 2) транспортный ресурс подключения шлюзов и коммутаторов доступа к пакетной сети.

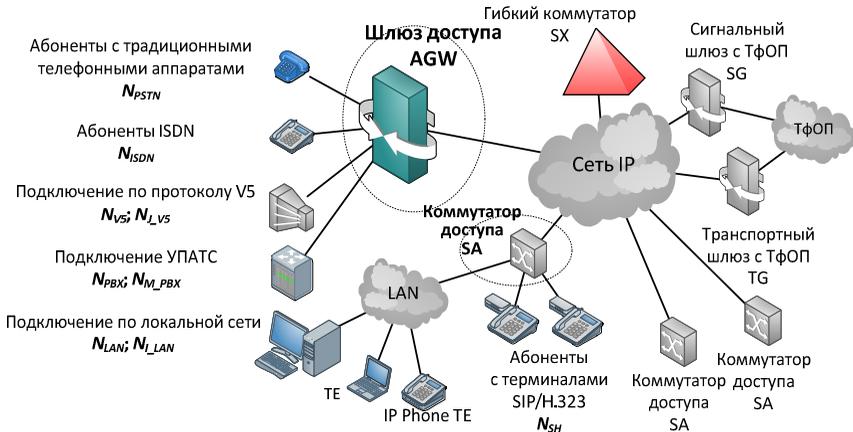


Рисунок 5.1 – Шлюз доступа в сети NGN

Типы пользователей услуг связи, подключаемых к шлюзу доступа:

- 1 Абоненты, использующие аналоговые абонентские линии, которые включаются в шлюз доступа (RAGW) – N_{PSTN} .
- 2 Абоненты, использующие линии базового доступа ISDN, которые включаются в RAGW – N_{ISDN} .
- 3 УПАТС, использующие внешний интерфейс ISDN-PRI и включаемые в пакетную сеть через транкинговые шлюзы (рисунок 5.2), где M – количест-

во УПАТС; N_{m_PBX} – число пользовательских каналов (число абонентов), подключаемых к одной УПАТС $_m$, где m – номер УПАТС; N_{PRI} – общее количество каналов первичного доступа от всех УПАТС к шлюзу доступа.

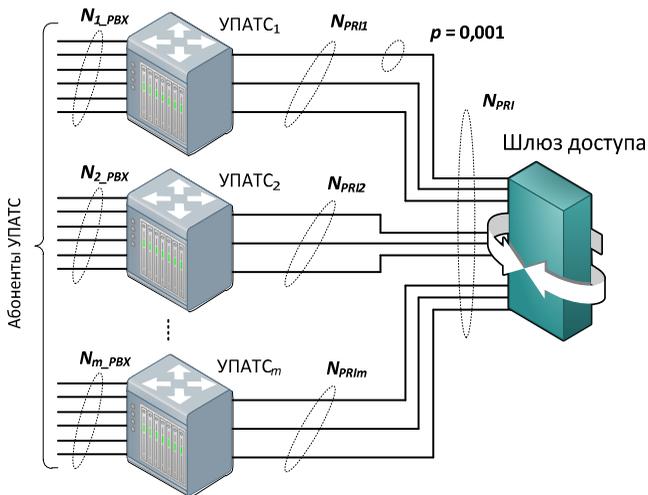


Рисунок 5.2 – Подключение УПАТС по интерфейсу PRI

4 Оборудование сети доступа с интерфейсом V5, включаемое в пакетную сеть через шлюзы доступа (рисунок 5.3), где J – число концентраторов V5; N_{JV5} – общее число пользовательских каналов (число абонентов) подключенных по протоколу V.5; N_{j_v5} – число пользовательских каналов в одном концентраторе V5 $_j$, где j – номер концентратора; N_{V5} – общее число каналов доступа V5 от всех концентраторов к шлюзу доступа.

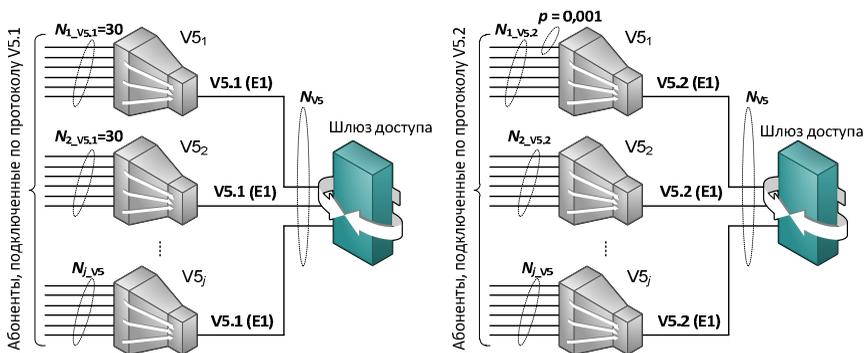


Рисунок 5.3 – Подключение абонентов через интерфейс V5

Один интерфейс протокола V.5 обеспечивает подключение 30 абонентов через поток ИКМ без сжатия (V5.1), или большего числа абонентов, выполняя функции абонентского комплекта (V5.2) [6]. Необходимое число линий при этом вычисляется по первой формуле Эрланга.

Типы пользователей услуг связи, подключаемых к коммутатору доступа:

1 Абоненты, использующие терминалы SIP/H.323, которые включаются в пакетную сеть на уровне коммутатора доступа – N_{SH} .

2 Число пользователей, включаемых в одну LAN – N_{i_LAN} , где i – номер LAN. Общее число сетей LAN – I , включаемых на уровне коммутатора доступа. N_{LAN} – общее число пользователей.

Здесь стоит обратить внимание на подключение абонентов, использующих терминалы SIP/H.323. Эти абоненты включаются не в шлюз доступа, а непосредственно в коммутатор доступа. Помимо этого, сразу внесем небольшое уточнение относительно различия между N_{SH} и N_{LAN} . Существует две группы абонентов, использующих терминалы SIP/H.323, которые:

– подключаются непосредственно к коммутатору доступа, и их число равно N_{SH} ;

– подключаются к коммутатору при помощи LAN, и их число это $SUMM(N_{i_LAN}; 1..i)$, но в нашем случае, предположим, что все сети LAN одинаковые, тогда это выражение будет выглядеть так: $I \cdot N_{i_lan}$.

Для наглядности продемонстрируем схему (рисунок 5.4) подключения абонентов, о которых сказано выше.

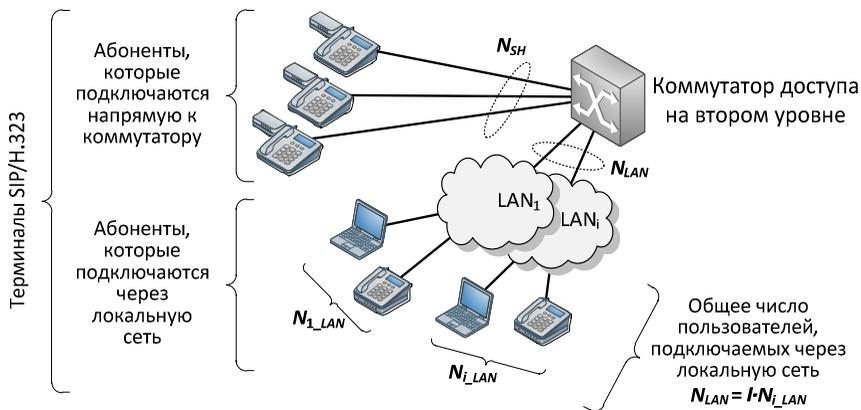


Рисунок 5.4 – Варианты подключения терминалов SIP/H.323

По сути, разница между этими двумя вариантами включения практически такая же, как между включением одного абонента или включением УАТС в традиционной телефонии.

Если в оборудовании коммутатора доступа реализована возможность подключения абонентов, использующих терминалы SIP, H.323 либо LAN, то необходимо учесть соответствующий транспортный ресурс. Доля увеличения транспортного ресурса за счет предоставления базовой услуги телефонии таким пользователям может быть определена в зависимости от используемых кодеков и числа пользователей.

Если терминалы SIP и H.323 используются для предоставления мультимедийных услуг, то доля увеличения транспортного ресурса должна определяться, исходя из параметров трафика таких услуг. Расчет транспортного ресурса такого подключения выходит за рамки данного курсового проекта, поэтому коммутатор доступа рассмотрен лишь для того, чтобы охватить возможные варианты абонентского доступа, а также показать, какое влияние оказывают абоненты различных категорий на общую сигнальную нагрузку. То есть в данном курсовом проекте расчет мультимедийных услуг рассматриваться не будет.

Удельная нагрузка на линию, подключающую вышеописанных пользователей, вычисляется в разделе 4.4:

y_{PSTN} – удельная нагрузка на линию абонента ТфОП в ЧНН;

y_{ISDN} – удельная нагрузка на линию абонента ISDN в ЧНН;

y_{SH} – удельная нагрузка на линию абонента, использующего терминалы SIP/H.323 в ЧНН;

y_{i-V5} – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по интерфейсу V5 (соединительная линия);

y_{m-PBX} – удельная нагрузка на линию, подключающую УПАТС по PRI (соединительная линия).

Параметры нагрузки для абонентов, использующих терминалы SIP/H.323 или подключенных к LAN, рассматриваются отдельно в силу того, что они не создают нагрузку на шлюз, параметры которого мы рассчитываем, так как эти терминалы включаются непосредственно в коммутатор доступа.

На практике при построении сети для расчета числа шлюзов помимо рассчитанной нагрузки учитываются допустимая длина абонентской линии, топология первичной сети (если таковая уже существует), наличие помещений для установки, технологические показатели типов оборудования, предлагаемого к использованию.

5.1.2 Размещение оборудования и схема организации связи

На основании исходных данных и полученных результатов необходимо составить схему сети, используя параметры реального оборудования, информацию о котором можно получить в свободном доступе. В качестве образца можно использовать рисунки 4.1, 4.2 и 5.1, но стоит обратить внимание, что

на получившейся схеме должно быть изображено расчетное количество шлюзов доступа и коммутаторов доступа (с учетом их характеристик, например, максимальное количество портов каждого типа), а также указаны виды подключений к каждому из элементов.

На такую схему (рисунок 5.5) должны быть нанесены все исходные данные и полученные результаты. При нанесении результатов необходимо учесть, что если в исходных данных, например, приводится количество абонентов традиционной телефонии, равное 100, то это не значит, что для каждого шлюза будет такое количество. Это общее число абонентов такого типа, а какое количество будет для того или иного оборудования рассчитывается на основе параметров *выбранного* оборудования и результатов расчетов, проведенных в курсовом проекте. Для каждого из элементов сети необходимо привести таблицу, аналогичную таблицам 5.1–5.3, в которых проводится сравнение максимальных значений параметров подключения (по паспорту оборудования) и реального количества подключаемых абонентов [11, 12].

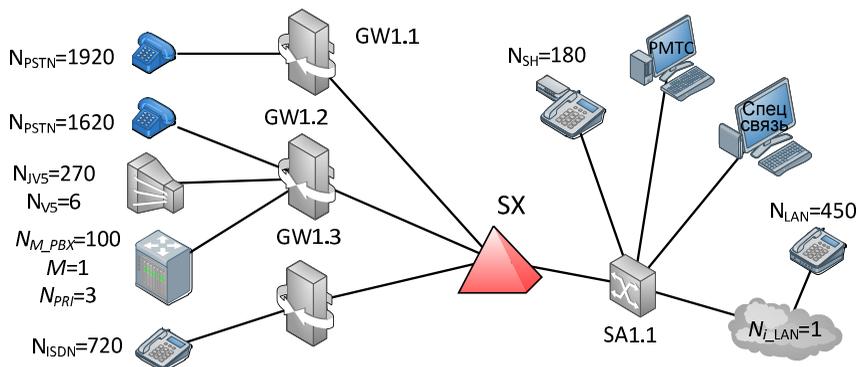


Рисунок 5.5 – Схема распределения подключения абонентов станции N-ск

Таблица 5.1 – Шлюз GW1.1 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число плат	Число портов	Подключено портов
POTS	50 × 32a	1600	1572
ISDN	3 × 16a	48	45
PRI	1 × 4E1	4	2
V5	1 × 4E1	4	2
FE / GE	2 × 100M	2	1

Таблица 5.2 – Коммутатор SA1.1 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число портов	Подключенное оборудование	Подключено портов
FE – 100M	300	Аб. SIP/H.323	180
		LAN	1
GE – 1G	2	WAN	2

Таблица 5.3 – Гибкий коммутатор SX – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число портов	Подключенное оборудование	Подключено портов
FE – 100M	100	MG	1
		RAGW	4
		SA	1
GE – 1G	10	WAN	2

5.2 Расчет нагрузки шлюза доступа

Определив количество шлюзов, можно рассчитать нагрузку на линии, подключаемые к каждому из шлюзов. Для каждого шлюза такие расчеты будут типовыми, различаться будут лишь параметры источников нагрузки.

Общая нагрузка, создаваемая абонентами ТфОП и поступающая на шлюз доступа,

$$Y_{PSTN} = N_{PSTN} y_{PSTN}. \quad (5.1)$$

Общая нагрузка, создаваемая абонентами ISDN и поступающая на шлюз доступа,

$$Y_{ISDN} = N_{ISDN} y_{ISDN}. \quad (5.2)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием доступа j , подключенным через интерфейс V.5,

$$Y_{j_v5} = N_{j_v5} y_{j_v5}. \quad (5.3)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием сетей доступа, подключенным через интерфейс V.5,

$$Y_{JV5} = \sum_{j=1}^J Y_{j_v5} = y_{j_v5} \sum_{j=1}^J N_{j_v5}. \quad (5.4)$$

Нагрузка, создаваемая УПАТС m , подключенным по PRI,

$$Y_{m_PBX} = N_{m_PBX} y_{m_PBX}. \quad (5.5)$$

Общая нагрузка, создаваемая оборудованием УПАТС,

$$Y_{PBX} = \sum_{j=m}^M Y_{m_PBX} = y_{m_PBX} \sum_{j=m}^M N_{m_PBX}. \quad (5.6)$$

Выше рассчитаны нагрузки от абонентов различных типов, подключаемых к шлюзам. В нашем случае шлюзы реализуют функции резидентного шлюза доступа, шлюза доступа и транкингового шлюза подключения УПАТС, и к нему подключаются все рассмотренные выше источники нагрузки.

Тогда общая нагрузка на шлюз

$$Y_{GW} = y_{PSTN} N_{PSTN} + y_{ISDN} N_{ISDN} + y_{j_V5} \sum_{j=1}^J N_{j_V5} + y_{m_PBX} \sum_{j=m}^M N_{m_PBX}. \quad (5.7)$$

Стоит отметить, что суммарная нагрузка на линии, которые включаются в шлюз, будет равна нагрузке на сам шлюз, и для курсового проекта примем, что эта нагрузка приходится на двустороннюю линию, то есть как от абонента, так и к нему (рисунок 5.6).

Кроме того, входящая пользовательская нагрузка, поступающая на шлюз, будет равна исходящей пользовательской нагрузке (рисунок 5.7). Это позволяет не учитывать соединения в пределах одного шлюза.

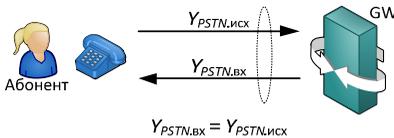


Рисунок 5.6 – Нагрузка на абонентскую линию

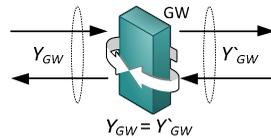


Рисунок 5.7 – Равенство нагрузки на шлюз

5.3 Расчет требуемой полосы пропускания

Полоса пропускания, которая понадобится для передачи информации при условии использования кодека типа m , определяется следующим образом:

$$V_{trans_COD} = k V_{COD_m}, \quad (5.8)$$

где k – коэффициент избыточности, который рассчитывается для каждого кодека отдельно, как отношение общей длины кадра к размеру речевого кадра;

V_{COD_m} – скорость передачи кодека типа m при обслуживании вызова. Значения V_{COD_m} для кодеков разных типов приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Скорость передачи кодеков разных типов

Тип кодека	Скорость кодека V_{COD_m} , кбит/с	Размер речевого кадра, байт	Общая длина кадра, байт	Коэффициент избыточности k	Требуемая пропускная способность V_{trans_COD} , кбит/с
G.711	64	80	134	$134/80=1,675$	107,2
G.723.1 I/r	6,4	20	74	$74/20=3,7$	23,68
G.723.1 h/r	5,3	24	78	$78/274=3,25$	17,225
G.729	8	10	64	$64/10=6,4$	51,2

Например, рассмотрим кодек G.711. Передаваемую информацию условно можно разделить на две части: речевую информацию и заголовки служебных протоколов. Сумма длин заголовков протоколов RTP/UDP/IP/Ethernet, а именно эти протоколы потребуются для передачи информации в нашем случае, $12+8+20+14 = 54$ байта. Общая длина кадра при использовании такого кодека составляет 134 байта. Тогда коэффициент избыточности $k = 134/80 = 1,675$.

Смысл этого параметра можно сформулировать следующим образом: для того чтобы передать один байт речевой информации, необходимо в общей сложности передать кадр размером примерно 1,7 байт (рисунок 5.8).

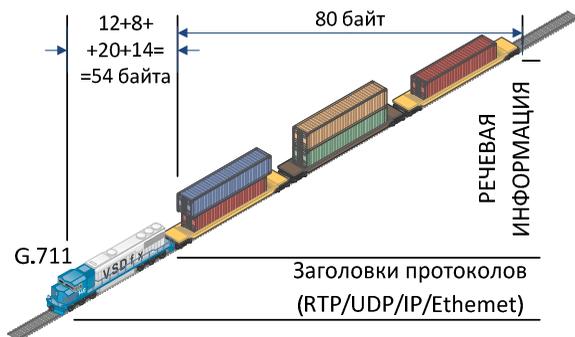


Рисунок 5.8 – Формат кадра G.711, передаваемого по IP-сети

Обеспечение поддержки услуг передачи данных в телефонных сетях с коммутацией каналов и в сетях с VoIP осуществляется по-разному. Как известно, при помощи речевых кодеков нельзя передавать такую специфическую информацию, как факс, модемные соединения, DTMF и т. п. Часто для их передачи используется эмуляция каналов «64 кбит/с без ограничений». При расчете транспортного ресурса следует учитывать, что некоторая часть вызовов будет обслуживаться без компрессии пользовательской информации, то есть будет полностью прозрачный канал без подавления пауз и с кодированием G.711 [2, 13].

В задании на курсовое проектирование указано процентное соотношение используемых кодеков. Данное соотношение должно соблюдаться для каждого отдельного шлюза.

Чтобы обеспечить передачу пользовательской информации по IP-сети, необходимо передавать сообщения сигнальных протоколов, для передачи трафика которых также должен быть предусмотрен транспортный ресурс сети.

После определения транспортного ресурса подключения определяются емкостные показатели, то есть количество и тип интерфейсов, которыми оборудование шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети. Количество интерфейсов, помимо требуемого транспортного ресурса, будет определяться из топологии сети.

Для того чтобы рассчитать необходимый транспортный ресурс, рассмотрим каждый шлюз отдельно.

При проектировании будем описывать шлюз последовательно двумя разными математическими моделями (рисунок 5.9):

- СМО (система массового обслуживания) с потерями;
- СМО с ожиданием.

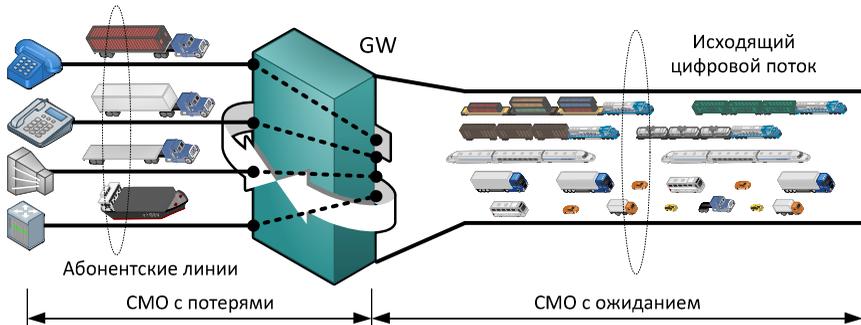


Рисунок 5.9 – Логическое разбиение СМО на две части в зависимости от характера потока

При помощи первой модели мы сможем определить, какое количество соединений будет одновременно обслуживаться проектируемыми шлюзами, а при помощи второй определим характеристики канала передачи данных, необходимые для передачи пользовательского трафика с требуемым качеством обслуживания.

СМО с потерями.

Модели упрощают реальные физические процессы, и нам необходимо остановиться на нескольких важных допущениях, используемых в исследуемой модели.

Для предоставления услуг пользователям жестко определены параметры QoS для каждого типа вызовов, и в случае, если заявка не может быть обслужена с требуемым качеством (пропускная способность, тип кодека), она отбрасывается. Таким образом, потери в данной системе – это те вызовы, которые не могут быть обслужены ввиду отсутствия требуемого ресурса (определенного типа кодирования) для передачи данных. Такой подход имеет свое реальное воплощение в некоторых моделях оборудования.

В связи с тем, что информация на шлюзе обрабатывается при помощи различных кодеков, она поступает в сеть с разной скоростью, и расчет исходящих каналов производится для каждого типа кодека отдельно (рисунок 5.10). Таким образом, делим СМО на логические части по количеству используемых кодеков и рассчитываем при помощи описанного ниже алгоритма общую скорость канала без учета QoS передачи трафика по сети передачи данных.

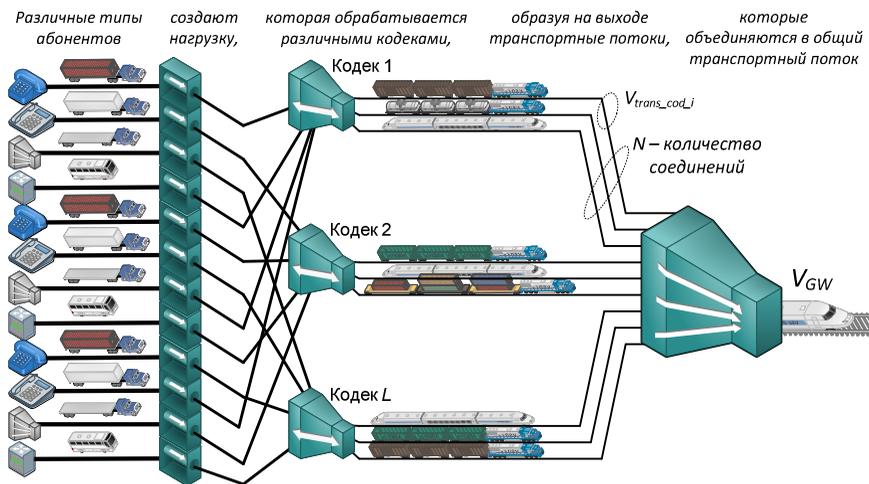


Рисунок 5.10 – Кодеки в шлюзе

Для кодеков всех типов алгоритм определения требуемого транспортно-ресурса одинаков.

Примем следующие значения:

t – среднее время занятия одной абонентской линии. В общем случае необходимо учитывать среднее время занятия одной абонентской линии для каждого типа абонентов (абоненты квартирного сектора, пользователи УПАТС и др.);

μ – интенсивность обслуживания поступающих заявок;

ρ – потери заявок. Зная интенсивность потерь и пользуясь калькулятором Эрланга, найдем число виртуальных соединений, которые нам потребуется установить, чтобы предоставить услуги связи с заданным QoS;

x – число соединений, необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа;

$V_{trans_cod_i}$ – полоса пропускания для одного соединения кодека типа i .

Транспортный поток на выходе кодека i

$$V_{c_i} = V_{trans_cod_i} N, \quad (5.9)$$

где N – количество соединений определенного типа на одном шлюзе.

Тогда транспортный поток пользовательского трафика на выходе одного шлюза

$$V_{GW} = \sum_{i=1}^L V_{c_i}, \quad (5.10)$$

где L – число используемых кодеков.

Рассчитаем общий транспортный поток всех шлюзов:

$$V = \sum_{i=1}^M V_{GW_i}, \quad (5.11)$$

где M – количество шлюзов.

СМО с ожиданием. В качестве СМО с ожиданием рассматривается тракт передачи данных (от шлюза до коммутатора доступа). Ранее мы определили ресурс, необходимый для обслуживания поступающей нагрузки, имея в виду вызовы. Теперь будем работать на уровне передачи пакетов.

Необходимо отметить, что в отличие от СМО с потерями, где в случае занятости ресурсов заявка терялась, в данном случае возникает задержка передачи пакета, которая при определенных условиях может привести к превышению требований QoS передачи трафика.

При нормальных условиях функционирования системы задержка незначительная и практически не меняется. Но с увеличением нагрузки, в определенный пороговый момент образуется такая ситуация, что не все пакеты, поступающие в канал могут быть обслужены сразу же. Такие пакеты становятся в очередь, а, следовательно, общее время их передачи увеличивается (рисунок 5.11).

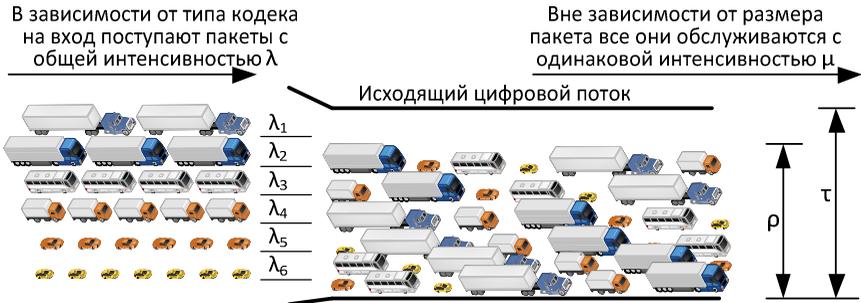


Рисунок 5.11 – Схематическое изображение цифрового потока в канале связи

На вход СМО с ожиданием со шлюза поступают пакеты с интенсивностью λ . Поскольку в зависимости от типа используемых кодеков пакеты попадают в сеть с различной скоростью, то нельзя сразу определить параметр λ , его необходимо рассчитать для каждого типа используемого кодека:

$$\lambda = \frac{V_{trans_cod}}{L_{packet_cod}}, \quad (5.12)$$

где V_{trans_cod} – скорость передачи кодека, рассчитанная ранее;
 L_{packet_cod} – общая длина кадра соответствующего кодека.

Теперь можно определить общую интенсивность поступления пакетов в канал:

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad (5.13)$$

где N – число используемых кодеков.

Задержка, вносимая каналом при поступлении пакетов,

$$S^{(1)} = \frac{1}{\mu - \lambda}, \quad (5.14)$$

где λ – суммарная интенсивность поступления заявок от всех каналов;
 μ – интенсивность обслуживания. Вне зависимости от размера пакета все они обслуживаются одинаково.

Значения сетевых задержек и их параметров нормируются стандартами ITU: предельно допустимая задержка доставки пакета IP от одного пользователя коммерческих услуг VoIP к другому не должна превышать 100 мс. Задержку при передаче пакета вносят все сегменты соединения (сеть доступа, магистральная сеть и т. п.). Приблизительно можно считать вклад каждого сегмента одинаковым (рисунок 5.12).



Рисунок 5.12 – Составные части задержки

Имея величину допустимой задержки и интенсивность поступления заявок (пакетов), можно рассчитать интенсивность обслуживания заявок в канале, после чего определить допустимую загрузку канала:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (5.15)$$

Зная транспортный поток, поступающий в канал, и зная, что этот поток должен загрузить канал на величину ρ , определим общую требуемую пропускную способность канала τ :

$$\tau = \frac{V}{\rho}. \quad (5.16)$$

Рассчитав транспортный ресурс, необходимый для передачи пользовательской и сигнальной информации от каждого шлюза на коммутатор доступа, рассчитывается общий входящий трафик, который поступает на коммутатор доступа.

5.4 Расчет основных параметров коммутатора доступа

IP-абоненты (SH и LAN) создают нагрузку аналогично традиционным абонентам, подключенным к шлюзу. Разница заключается в том, что кодек, преобразующий голосовой поток в поток IP, встроен в аппарат и выполняет работу индивидуально для абонента. Другими словами: IP-абонент – это шлюз с подключенным к нему единственным абонентом.

Таким образом, общая нагрузка, создаваемая абонентами SH и LAN:

$$Y_{SH} = N_{SH} y_{SH}; \quad (5.17)$$

$$Y_{LAN} = N_{LAN} y_{LAN}. \quad (5.18)$$

Полоса пропускания V и транспортный поток τ , создаваемый IP-абонентами, как и для шлюза, вычисляются по формулам (5.8–5.16).

5.5 Расчет параметров сигнального трафика

Для передачи сигнального трафика обычно создается отдельный логический канал, параметры которого необходимо определить.

Примем следующие значения:

L_{MEGACO} – средняя длина (в байтах) сообщения протокола Megaco/H.248;

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола Megaco/H.248 при обслуживании одного вызова;

L_{V5UA} – средняя длина сообщения протокола V5UA;

N_{V5UA} – среднее количество сообщений протокола V5UA при обслуживании одного вызова;

L_{IUA} – средняя длина сообщения протокола IUA;

N_{IUA} – среднее количество сообщений протокола IUA при обслуживании одного вызова;

L_{SH} – средняя длина сообщения протоколов SIP/H.323;

N_{SH} – среднее количество сообщений протоколов SIP/H.323 при обслуживании одного вызова.

В коммутаторе доступа для обмена сообщениями протокола MEGACO, используемого для управления шлюзом, должен быть предусмотрен транспортный ресурс, который определяется формулой

$$V_{MEGACO} = k_{sig} [(P_{PSTN} N_{PSTN} + P_{ISDN} N_{ISDN} + P_{V5} N_{V5} + P_{PBX} N_{PBX}) L_{MEGACO} N_{MEGACO}] / 450,$$

где $N_{V5} = JN_{j_{V5}}$; $N_{PBX} = MN_{m_{V5}}$; $N_{LAN} = IN_{i_{LAN}}$;

k_{sig} – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки;

P_{PSTN} – удельная интенсивность потока вызовов в ЧНН от абонентов, использующих доступ по аналоговой телефонной линии;

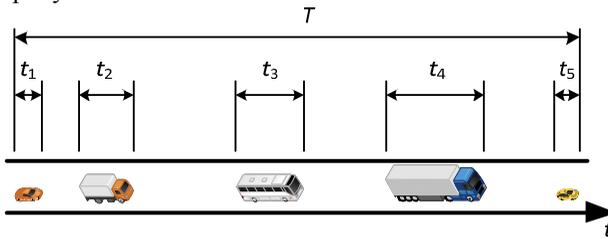
P_{ISDN} – удельная интенсивность потока вызовов от абонентов, использующих базовый доступ ISDN;

P_{V5} – удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность потока вызовов от абонентов, подключаемых к пакетной сети через сети доступа интерфейса V5;

P_{PBX} – удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность потока вызовов от УПАТС, подключаемых к пакетной сети;

P_{SH} – удельная интенсивность потока вызовов от абонентов, использующих терминалы SIP, H.323 (используется для терминалов, подключаемых как прямо к станции, так и при помощи LAN).

Сигнальный трафик в сети передается не равномерным непрерывным потоком, а отдельными блоками в течение всего сеанса связи, как это представлено на рисунке 5.13.



T – длительность сеанса связи; t_1, t_2, \dots, t_5 – длительности блоков сигнальной информации

Рисунок 5.13 – Схема передачи сигнального трафика

Таким образом, коэффициент k_{sig} показывает величину, обратную той части времени, которая отводится из всего сеанса связи для передачи сигнальной информации:

$$k_{sig} = \frac{T}{\sum_i t_i}. \quad (5.19)$$

Примем значение $k_{sig} = 5$, что соответствует нагрузке в 0,2 Эрл, то есть одна пятая часть времени сеанса затрачена на передачу сигнальной информации.

Величина $1/450$ – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ($8/3600=1/450$), значение $1/90$, приведенное ниже, получается при использовании $k_{sig} = 5$, и, следовательно, $5 \cdot 1/450 = 1/90$.

Для расчета транспортного ресурса шлюзов, необходимого для передачи сигнальной информации, используются те же параметры, что и для расчета транспортного ресурса гибкого коммутатора. Так, для передачи сигнальной информации с целью обслуживания вызовов различных типов требуются следующие объемы полосы пропускания, бит/с:

$$V_{ISDN} = (P_{ISDN} N_{ISDN} L_{IUA} N_{IUA}) / 90; \quad (5.20)$$

$$V_{V5} = (P_{V5} N_{V5} L_{V5UA} N_{V5UA}) / 90; \quad (5.21)$$

$$V_{PBX} = (P_{PBX} N_{PBX} L_{IUA} N_{IUA}) / 90; \quad (5.22)$$

$$V_{SH} = (P_{SH} N_{SH} L_{SH} N_{SH}) / 90; \quad (5.23)$$

$$V_{LAN} = (P_{SH} N_{LAN} L_{SH} N_{SH}) / 90. \quad (5.24)$$

Общий поток сигнальной информации от шлюза доступа и коммутатора доступа

$$V_{AG_sig} = V_{GW_sig} + V_{SA_sig} = (V_{MEGACO} + V_{ISDN} + V_{V5} + V_{PBX}) + (V_{SH} + V_{LAN}). \quad (5.25)$$

Требуемый объем канала для передачи сигнальной информации

$$\tau_{AG_sig} = \frac{V_{AG_sig}}{\rho}. \quad (5.26)$$

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ТРАНЗИТНОГО КОММУТАТОРА

6.1 Исходные данные для проектирования транспортного шлюза

При расчете транспортного шлюза (рисунок 6.1) необходимо определить:
1) число шлюзов;
2) транспортный ресурс подключения транкинговых шлюзов к пакетной сети и емкостных показателей подключения.

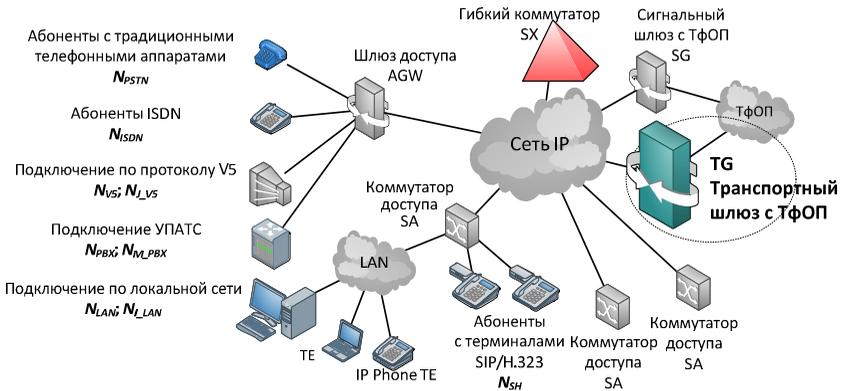


Рисунок 6.1 – Транспортный шлюз сети NGN

Исходные данные.

1 Количество линий E1, используемых для взаимодействия источников нагрузки разных типов с оборудованием шлюзов:

– АТС, использующие систему сигнализации ОКС7 и подключаемые через транспортный шлюз MGW и сигнальный шлюз SGW;

– АТС, подключаемые по каналам ОКС7 непосредственно к Softswitch и через транспортный шлюз MGW к пакетной сети. В данном случае сигнальный шлюз реализуется в оборудовании Softswitch.

2 Удельная интенсивность нагрузки, поступающей от ТфОП, на каналы транспортного шлюза.

3 Удельная интенсивность нагрузки, поступающей от ТфОП, на каналы соединительных линий.

4 Типы кодеков в планируемом к внедрению оборудовании шлюзов.

Вводятся следующие обозначения:

N_{E1} – число потоков E1 от АТС ТфОП, подключенных к транспортному шлюзу I ;

y_{E1} – удельная нагрузка одного канала 64 кбит/с в составе E1;

Y_{I_GW} – общая нагрузка, поступающая на транспортный шлюз от АТС ТфОП;

V_{INT} – полезный транспортный ресурс одного интерфейса;

M_{INT} – количество интерфейсов;

I – число типов интерфейсов;

N_{i_INT} – количество интерфейсов типа I ;

V_{i_INT} – полезный транспортный ресурс интерфейса типа I ;

N_{E1} – число интерфейсов E1, подключаемых к одному шлюзу.

Значение допустимой удельной нагрузки y_{E1} для соединительных линий при расчетах принимается равной 0,8 Эрл.

6.2 Расчет нагрузки транспортного шлюза

Значение общей нагрузки, Эрл,

$$Y_{I_GW} = N_{i_E1} \cdot 30 y_{E0}. \quad (6.1)$$

Расчет необходимого транспортного ресурса для передачи пользовательской нагрузки аналогичен тому расчету, который был приведен в разделе 5.

Число каналов и их скорость известны, следовательно, пользуясь формулой (5.12), определяется интенсивность поступления пакетов на шлюз. В таблице 6.1 приведены нормируемые ITU параметры QoS для передачи трафика разных классов. Трафик VoIP обычно относят к нулевому классу [13].

Таблица 6.1 – Значения параметров задержки

Сетевые характеристики	Классы QoS					
	0	1	2	3	4	5
Задержка доставки пакета IP, IPDT, мс	100	400	100	400	1000	Н
Вариация задержки пакета IP, IPDV, мс	50	50	Н	Н	Н	Н
Коэффициент потери пакетов IP, IPLR	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	Н
Коэффициент ошибок пакетов IP, IPER	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	Н
Время установления вызова, с	< 1,5	< 4	< 7	< 7	Н	Н
Время трансляции номера в IP-адрес, с	4	10	20	20	Н	Н
Время трансляции IP-адреса в номер, с	2	5	10	10	Н	Н
Коэффициент потерь пакетов	0	0,03	0,15	0,25	Н	Н

По формуле (5.14) определяется значение интенсивности обслуживания поступающих вызовов на коммутатор доступа.

По формулам (5.15) и (5.16) находим нагрузку канала и рассчитываем необходимый транспортный ресурс (требуемый объем канала).

6.3 Расчет параметров сигнального трафика

Введем следующие обозначения:

L_{MXUA} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MxUA;

N_{MXUA} – среднее количество сообщений протокола MxUA при обслуживании вызова;

L_{MEGACO} – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого для управления транспортным шлюзом;

N_{MEGACO} – среднее количество сообщений протокола MEGACO при обслуживании вызова;

P_{SIG} – интенсивность потока вызовов, обслуживаемых сигнальным шлюзом.

Для передачи сигнального трафика создается отдельный логический канал, параметры которого необходимо определить. Помимо пользовательской информации на транспортный шлюз поступают сообщения протокола MEGACO, для которых также должен быть выделен транспортный ресурс, бит/с, который можно вычислить по формуле

$$V_{MEGACO} = k_{sig} L_{MEGACO} N_{MEGACO} P_{MEGACO} / 450, \quad (6.2)$$

где P_{MEGACO} – интенсивность поступления сообщений протокола MEGACO на шлюз в ЧНН.

Значение k_{sig} берется равным 5, как и в предыдущих разделах.

Таким образом, общий транспортный ресурс MGW, бит/с,

$$V_{GW} = \tau + V_{MEGACO}. \quad (6.3)$$

Количество и тип интерфейсов подключения транспортного шлюза к пакетной сети определяется транспортными ресурсами шлюза и топологией пакетной сети.

Транспортный ресурс шлюза и количество интерфейсов связаны соотношением

$$V_{GW} = N_{INT} V_{INT}. \quad (6.4)$$

При использовании интерфейсов разных типов соотношение (6.4) приобретает следующий вид:

$$V_{GW} = \sum_{i=1}^I (N_{i_INT} V_{i_INT}). \quad (6.5)$$

Параметры интерфейса подключения к пакетной сети определяются, исходя из интенсивности обмена сигнальными сообщениями в процессе обслуживания вызовов.

Количество интерфейсов можно определить по формуле

$$N_{INT} = V_{GW} / V_{INT}, \quad (6.6)$$

где V_{INT} – полезный транспортный ресурс одного интерфейса.

При использовании гибкого коммутатора для организации распределенного транзитного коммутатора (в случае физического объединения транспортного и сигнального шлюзов) сообщения сигнализации ОКС7 поступают на Softswitch в формате сообщений протокола M2UA или M3UA, в зависимости от реализации.

Тогда транспортный ресурс Softswitch, бит/с, необходимый для обмена сообщениями протокола MxUA,

$$V_{SX_MXUA} = k_{sig} L_{MXUA} N_{MXUA} P_{SX} / 450. \quad (6.7)$$

Суммарный минимальный полезный транспортный ресурс Softswitch, бит/с, требуемый для обслуживания вызовов в структуре транзитного коммутатора,

$$V_{SX} = V_{SX_MXUA} + V_{SX_MEGACO}. \quad (6.8)$$

Определение транспортного ресурса сигнального шлюза производится по аналогии с расчетом транспортного ресурса гибкого коммутатора. Необходимая полоса пропускания SGW определяется интенсивностью потока поступающих вызовов и объемом информации, требуемой для обслуживания каждого вызова.

Учитывая среднюю длину и количество сообщений протокола MxUA, необходимых для обслуживания одного вызова, можно вычислить транспортный ресурс, бит/с, сигнальных шлюзов для подключения к пакетной сети (с приведением размерностей):

$$V_{SIG} = k_{sig} P_{SIG} L_{MXUA} N_{MXUA} / 450. \quad (6.9)$$

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКОГО КОММУТАТОРА

7.1 Расчет оборудования Softswitch уровня абонентского концентратора

Проектируемый гибкий коммутатор (рисунок 7.1) призван управлять оборудованием всей сети общетехнологической связи отделения (дистанции сигнализации и связи), включая и распределенный абонентский концентратор, и транзитный коммутатор [2, 5, 13].

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

Задача. Определить требуемую производительность оборудования гибкого коммутатора.

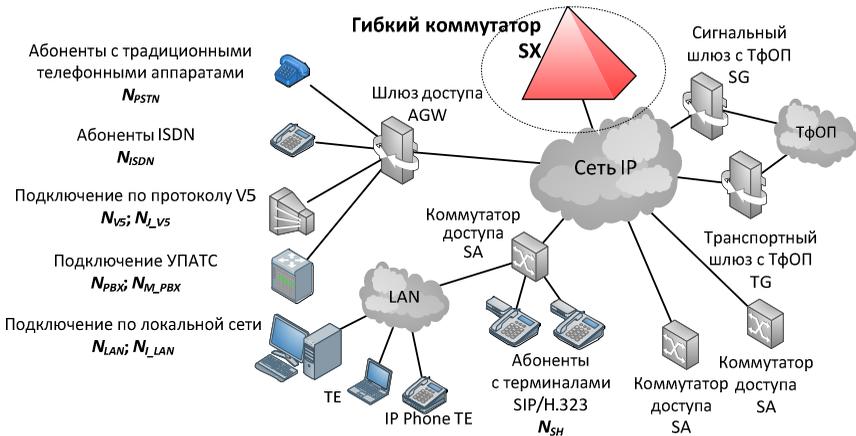


Рисунок 7.1 – Softswitch класса 5 в сети NGN

Исходные данные. К сети NGN могут подключаться пользователи разных типов, для обслуживания их вызовов будут использоваться разные протоколы сигнализации.

Удельная интенсивность потока вызовов (среднее число вызовов от одного источника в ЧНН) для различных направлений указана в бланке задания на курсовой проект.

Общая интенсивность потока вызовов от источников всех типов, обрабатываемых гибким коммутатором,

$$P_{CALL} = P_{PSTN} N_{PSTN} + P_{ISDN} N_{ISDN} + P_{SH} N_{SH} + P_{V5} N_{V5} + P_{PBX} N_{PBX} + P_{SH} N_{LAN}. \quad (7.1)$$

Удельная производительность коммутационного оборудования может различаться в зависимости от типа обслуживаемого вызова, то есть производительность при обслуживании, например, вызовов PSTN и ISDN, может быть разной.

В документации на коммутационное оборудование, как правило, указывается производительность для наиболее «простого» типа вызовов. В связи с этим, при определении требований к производительности можно ввести поправочные коэффициенты, которые характеризуют возможности обслуживания системой вызовов того или иного типа относительно вызовов «идеального» типа.

Значения поправочных коэффициентов приведены в задании на курсовое проектирование (таблица 9.8).

Таким образом, нижний предел производительности гибкого коммутатора (P_{SX}) при обслуживании потока вызовов с интенсивностью P_{CALL} может быть определен по формуле

$$P_{SX} = k_{PSTN} P_{PSTN} N_{PSTN} + k_{ISDN} P_{ISDN} N_{ISDN} + k_{SH} P_{SH} N_{SH} + k_{V5} P_{V5} \sum_{j=1}^J N_{j_V5} + k_{PBX} P_{PBX} \sum_{m=1}^M N_{m_PBX} + k_{SH} P_{SH} \sum_{i=1}^I N_{i_LAN}. \quad (7.2)$$

7.2 Расчет оборудования Softswitch уровня транзитного коммутатора

Основной задачей гибкого коммутатора (см. рисунок 5.2) при построении транзитного уровня коммутации является обработка сигнальной информации обслуживания вызова и управление установлением соединений. Требования к производительности гибкого коммутатора определяются интенсивностью потока вызовов, требующих обработки.

Исходные данные для проектирования.

Интенсивность потока поступающих вызовов определяется интенсивностью потока вызовов, входящих на один абонентский канал 64 кбит/с линии E0, а также числом потоков E1, используемых для подключения станции к транспортному шлюзу.

Вводятся следующие обозначения:

P_{CH} – интенсивность потока вызовов, обслуживаемых одним абонентским каналом E0;

P_{GW} – интенсивность потока вызовов, обслуживаемых транспортным шлюзом;

L – число транспортных шлюзов, обслуживаемых гибким коммутатором.

Интенсивность потока вызовов (выз/ЧНН), поступающих на транспортный шлюз l ,

$$P_{l_GW} = 30N_{l_E1}P_{CH}. \quad (7.3)$$

Следовательно, интенсивность потока вызовов (выз/ЧНН), поступающих на гибкий коммутатор,

$$P_{SX} = \sum_{l=1}^L P_{l_GW} = 30P_{CH} \sum_{l=1}^L N_{l_E1}. \quad (7.4)$$

7.3 Расчет транспортного ресурса Softswitch

Предел производительности гибкого коммутатора при обслуживании потока вызовов

$$P_{SX} = P_{SX_AG} + P_{SX_TG}. \quad (7.5)$$

Суммарный минимальный транспортный ресурс Softswitch, бит/с, требуемый для обслуживания вызовов,

$$V_{SX} = \tau_{GW} + \tau_{SA} + \tau_{AG_sig} + \tau_{TG} + \tau_{TG_sig}. \quad (7.6)$$

8 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИГНАЛЬНОЙ СЕТИ IMS

8.1 Расчет оборудования сети IMS

В данном курсовом проекте рассматриваются сети PSTN и IMS, между которыми организуется взаимодействие. На рисунке 8.1 представлена упрощенная схема архитектуры IMS. На ней изображены только основные функциональные элементы архитектуры, сертифицированной 3GPP [2, 13].

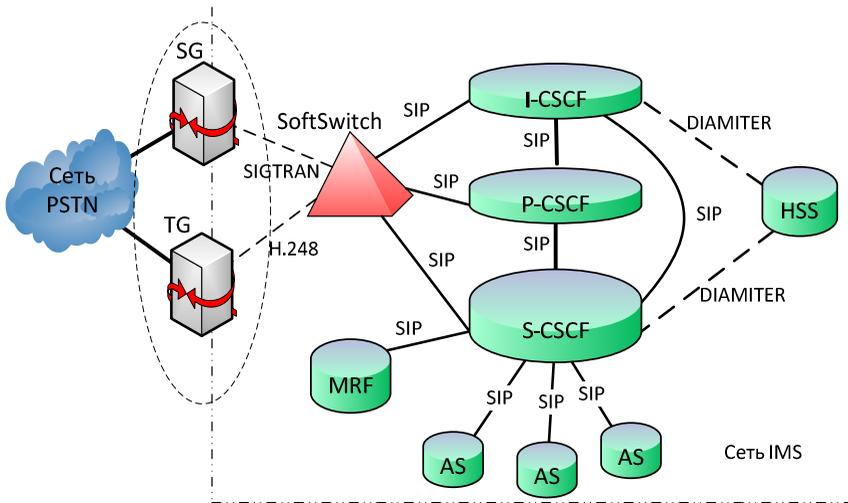


Рисунок 8.1 – Архитектура IMS. Стык сети ТфОП и IMS

Вызовы, создаваемые в сети PSTN, попадают через оборудование шлюзов в сеть IMS, а именно к Softswitch, выполняющему роль MGCF.

От Softswitch информация поступает на I-CSCF, P-CSCF и S-CSCF, где начинается процесс обслуживания вызова. В зависимости от типа передаваемой информации и требуемой услуги для обслуживания вызова может быть задействован MRF и/или сервер(а) приложений (AS).

Во избежание путаницы на рисунке 8.1 отмечены только те логические связи между элементами, которые имеют значение и/или учитываются при расчетах в курсовом проекте. На линиях указан протокол, при помощи кото-

рого осуществляется взаимодействие между функциональными объектами. Выделенный пунктиром фрагмент представляет собой схему (см. рисунок 6.1) из разд. 6.

Основной задачей функционального элемента MGCF/Softswitch является управление транспортными шлюзами на границе с сетью PSTN. В разделе 6 уже был произведен расчет этого оборудования, поэтому будем пользоваться результатами, полученными ранее.

Ссылки на уже рассчитанные величины, которые потребуются для дальнейших расчетов, будут приведены по ходу проектирования.

8.2 Расчет транспортного ресурса для обеспечения сигнального обмена с функцией S-CSCF

Попадая в сеть IMS, вызовы в конечном итоге обслуживаются одной из S-CSCF. Этот сетевой элемент представляет собой SIP-сервер, управляющий сеансом связи. Для выполнения своих функций он получает от других сетевых элементов всю информацию об устанавливаемом соединении и требуемой услуге (рисунок 8.2).

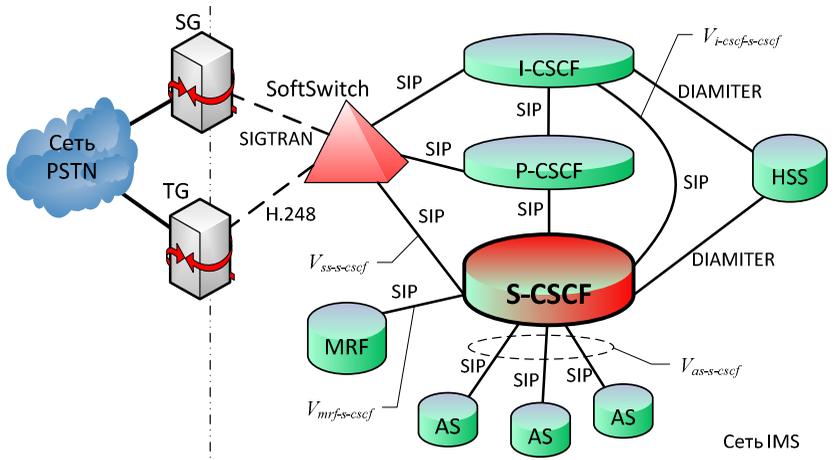


Рисунок 8.2 – Функция S-CSCF в архитектуре IMS

Как уже было сказано во втором разделе, функции IMS могут иметь разную физическую декомпозицию, то есть они могут быть реализованы как в виде единого блока, обладающего всеми возможностями, так и представлять собой набор устройств, каждое из которых отвечает за реализацию конкретной функции. Независимо от физической реализации, интерфейсы остаются стандартными. Поэтому, рассчитав в отдельности каждую из

функций, можно оценить требуемую производительность сервера как при отдельной ее реализации, так и в случае реализации совместно с другими элементами.

Задача.

Определить транспортный ресурс функции S-CSCF, необходимый для обслуживания вызовов, учитывая только обмен сообщениями SIP.

Исходные данные для проектирования.

Вызовы из сети ТфОП через оборудование шлюзов поступают на Softswitch (см. рисунок 8.2), который в архитектуре IMS выполняет функции MGCF. Softswitch по протоколу SIP обращается к I-CSCF, которая в свою очередь в ходе установления соединения обменивается сообщениями SIP с S-CSCF. Через I-CSCF Softswitch передает S-CSCF адресную информацию, информацию о местонахождении вызываемого пользователя, а также информацию об услуге, запрашиваемой вызываемым абонентом. Получив эту информацию и обработав ее, S-CSCF начинает процесс обслуживания вызова. В зависимости от требуемой услуги, S-CSCF может обратиться к медиа-серверу (MRF) или к серверам приложений (AS). Таким образом, S-CSCF ведет сигнальный обмен с MGCF, I-CSCF, MRF, AS. В ходе предоставления речевых услуг существует также SIP-соединение с P-CSCF, но мы его не учитываем в процессе расчета транспортного ресурса, так как его влияние незначительно.

Введем следующие обозначения.

Среднее число SIP-сообщений при обслуживании одного вызова между:

– SS и S-CSCF – N_{sip1} ;

– MRF и S-CSCF – N_{sip2} ;

– AS и S-CSCF – N_{sip3} ;

– I-CSCF и S-CSCF – N_{sip4} .

Средняя длина сообщения SIP в байтах – L_{sip} ;

$X\%$ – доля вызовов, при обслуживании которых требуется обращение к серверу MRF;

$Y\%$ – доля вызовов, при обслуживании которых требуется обращение к серверам приложений AS;

$V_{ss-s-cscf}$ – транспортный ресурс между MGCF и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{as-s-cscf}$ – транспортный ресурс между серверами приложений (AS) и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{mrf-s-cscf}$ – транспортный ресурс между MRF и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{i-cscf-s-cscf}$ – транспортный ресурс между I-CSCF и S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

V_{s-cscf} – общий транспортный ресурс S-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов.

Тогда общий требуемый транспортный ресурс будет равен суммарному транспортному ресурсу взаимодействия функции S-CSCF с другими элементами IMS архитектуры:

$$V_{s-cscf} = V_{i-cscf-s-cscf} + V_{mrf-s-cscf} + V_{as-s-cscf} + V_{ss-s-cscf}, \quad (8.1)$$

где
$$V_{ss-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} N_{sip1} P_{sx}) / 450; \quad (8.2)$$

$$V_{as-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} N_{sip2} P_{sx} X \%) / 450; \quad (8.3)$$

$$V_{mrf-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} N_{sip3} P_{sx} Y \%) / 450; \quad (8.4)$$

$$V_{i-cscf-s-cscf} = k_{sig} (L_{sip} N_{sip4} P_{sx}) / 450. \quad (8.5)$$

Значения P_{sx} , k_{sig} и L_{sip} , которые используются в формулах (8.1)–(8.5), были рассчитаны или заданы в предыдущих разделах:

- величина P_{sx} – в разделе 7 при расчете оборудования гибкого коммутатора по формуле (7.4);
- значение k_{sig} – в разделе 4 при расчете шлюза доступа;
- значение параметра L_{sip} совпадает со значением параметра L_{sh} в исходных данных в разделе 5.

8.3 Расчет транспортного ресурса для обеспечения сигнального обмена с функцией I-CSCF

Так же, как и S-CSCF, функциональный элемент I-CSCF (рисунок 8.3) участвует в соединениях, затрагивающих взаимодействие разнородных сетей. Помимо функций SIP-прокси, он взаимодействует с HSS и SLF, получает от них информацию о местонахождении пользователя и об обслуживающем его S-CSCF.

Проведем расчет транспортного ресурса, необходимого для взаимодействия I-CSCF с другими элементами сети. Как видно из рисунка 8.3, I-CSCF взаимодействует с S-CSCF, с Softswitch (MGCF), а также с P-CSCF и HSS. При расчете будем учитывать взаимодействие только с первыми двумя компонентами, так как взаимодействие с HSS происходит при помощи протокола DIAMETER, что выходит за рамки курсового проектирования.

Задача.

Определить транспортный ресурс на I-CSCF для обеспечения сигнального обмена по SIP, необходимого для обслуживания вызовов.

Исходные данные для проектирования.

I-CSCF связан SIP-соединением только с Softswitch (MGCF) и S-CSCF.

Число SIP-сообщений при обслуживании одного вызова между:

– I-CSCF и S-CSCF – N_{sip4} ;

– SSW и I-CSCF – N_{sip5} .

Средняя длина сообщения SIP в байтах – L_{sip} .

Введем следующие обозначения:

V_{i-cscf} – общий транспортный ресурс I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов;

$V_{ss-i-cscf}$ – транспортный ресурс между SoftSwitch и I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов.

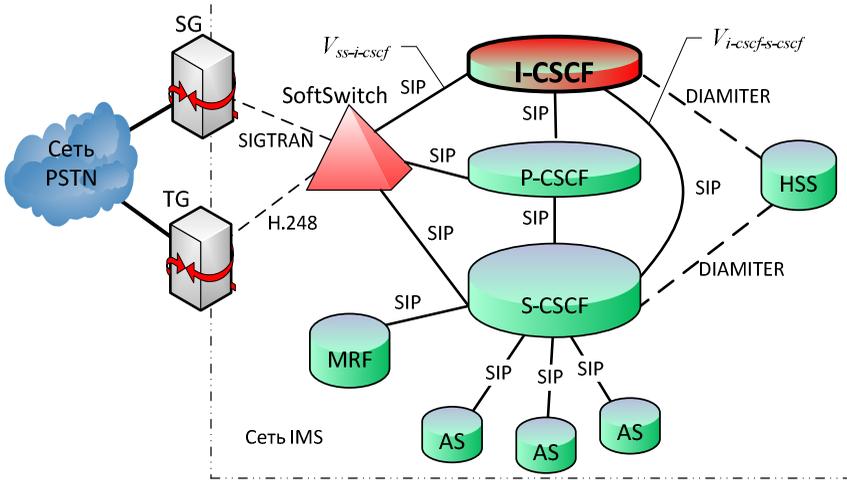


Рисунок 8.3 – I-CSCF в архитектуре IMS

Тогда общий транспортный ресурс

$$V_{i-cscf} = V_{ss-i-cscf} + V_{i-cscf-s-cscf} \quad (8.6)$$

Значение $V_{i-cscf-s-cscf}$ рассчитано ранее по формуле (7.5), а $V_{ss-i-cscf}$ вычисляется по формуле

$$V_{ss-i-cscf} = k_{sig} (L_{sip} N_{sip5} P_{sx}). \quad (8.7)$$

На функциональную схему сети IMS необходимо нанести полученные результаты расчета транспортных ресурсов для S-CSCF и I-CSCF.

9 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

9.1 Исходные данные

Задание на курсовое проектирование состоит из двух частей. Первая часть приводится на бланке, выдаваемом преподавателем, и содержит данные для определения параметров нагрузки.

1 Среднее число вызовов на одного абонента в час наибольшей нагрузки:

- для внутреннего сообщения, в том числе по спецлиниям;
- по междугородным линиям, в том числе на РМТС;
- по соединительным линиям (сети других операторов).

2 Средняя длительность разговора:

- для внутреннего сообщения;
- по междугородным линиям, в том числе через РМТС;
- по соединительным линиям (сети других операторов).

Число междугородных вызовов, осуществляемых через РМТС, принять с коэффициентом 0,05 и 0,10 для четных и нечетных вариантов соответственно.

Вторая часть задания приведена в данном пособии и представляет собой значения вспомогательных параметров и коэффициентов.

Проектируемая сеть связи обслуживает участок железной дороги (НОД, ШЧ), выбираемый по таблице 9.1. Схемы существующих сетей всех отделений БелЖД приведены в приложениях А–Д.

Таблица 9.1 – Реконструируемый участок железной дороги (НОД, ШЧ)

Отделение	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
НОД	2	3	4	5	6	2	4	4	5	6
ШЧ	3	6	9	10	14	8	11	12	4	15

Емкость номеров для существующих телефонных станций отделения дороги принимается по таблице 9.2.

Используемые в сети кодеки перечислены в таблице 9.3.

Процентное соотношение типов абонентского оборудования в сети представлены в таблицах 9.4 и 9.5.

Количество и емкость учрежденческих АТС узловой станции принимается по таблице 9.6.

Параметры протоколов обмена сообщениями приведены в таблице 9.7.

Резерв производительности коммутационного оборудования по обслуживанию трафика в виде поправочных коэффициентов приведен в таблице 9.8.

Таблица 9.2 – Емкость телефонных станций в пределах отделения дороги

Станция	Предпоследняя цифра варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Узловые станции										
N1	3000	5500	5000	4500	4000	3500	5000	4000	3500	5500
N2	3500	3000	5500	5000	4500	4000	5500	4500	4000	5000
N3	4000	3500	3000	5500	5000	4500	3000	3000	5500	5000
N4	4500	4000	3500	3000	5500	5000	3500	3500	3000	4000
N5	5000	4500	4000	3500	3000	5500	4000	5000	4500	3500
N6	5500	5000	4500	4000	3500	3000	4500	5500	5000	3000
Крупные станции										
M1	400	900	800	700	600	500	400	900	800	900
M2	500	400	900	800	700	600	500	400	900	800
M3	600	500	400	900	800	700	800	700	600	700
M4	700	600	500	400	900	800	900	800	700	600
M5	800	700	600	500	400	900	600	500	400	500
M6	900	800	700	600	500	400	700	600	500	400
Малые станции										
S1	32	250	300	32	200	64	100	300	32	100
S2	64	300	32	64	250	100	200	250	300	64
S3	100	32	64	250	300	200	250	200	250	32
S4	200	64	100	300	32	250	300	100	200	300
S5	250	100	200	100	64	300	32	64	100	250
S6	300	200	250	200	100	32	64	32	64	200

Таблица 9.3 – Доля использования кодеков

В процентах

Кодек	Сумма двух последних цифр шифра								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G.711	60	70	80	90	60	70	80	90	60
G.723 I/г	40			10			20		
G.723 h/г		30			40			10	
G.729 A			20			30			40

Окончание таблицы 9.3

Кодек	Сумма двух последних цифр шифра								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
G.711	70	80	90	65	75	85	65	75	85
G.723 I/г	30			35					15
G.723 h/г		20			25		35		
G.729 A			10			15		25	

Таблица 9.4 – Доля абонентского оборудования в сети

В процентах

Параметр	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
N_{PSTN}	82	90	89	91	90	88	85	88	90	88
N_{ISDN}	8	3	6	4	6	3	5	6	5	4
N_{SH}	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1
N_{LAN}	5	2	1	2	1	4	6	4	1	3
N_{V5}	3	3	2	2	2	4	3	1	2	4

Таблица 9.5 – Количество локальных сетей

Параметр	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
I_{LAN}	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

Таблица 9.6 – Количество и емкость учрежденческих АТС узловой станции

Параметр	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
M_{PBX}	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
$N_{M_{PBX}}$	100	150	120	140	130	90	100	80	200	150

Таблица 9.7 – Параметры протоколов обмена сообщениями

Параметр	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L_{MEGACO} , байт	150	145	155	150	145	155	150	145	155	150
N_{MEGACO} , сообщ.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
W_{SUA} , байт	145	150	155	145	150	155	145	150	155	145
N_{V5UA} , сообщ.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
L_{IUA} , байт	155	145	150	155	145	150	155	145	150	155
N_{IUA} , сообщ.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
L_{SH} , байт	140	145	150	155	140	145	150	155	140	145
N_{SH} , сообщ.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
L_{MXUA} , байт	160	150	140	145	155	165	170	175	145	150
N_{MXUA} , сообщ.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
L_{sip}	140	145	150	155	140	145	150	155	140	145
N_{sip1}	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10
N_{sip2}	5	15	10	5	15	10	5	15	10	5
N_{sip3}	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5
N_{sip4}	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10
N_{sip5}	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15
X%	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,50	0,40	0,30	0,15
Y%	0,40	0,30	0,20	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40

Таблица 9.8 – Поправочные коэффициенты

Вариант	K_{PSTN}	K_{ISDN}	K_{V5}	K_{PBX}	K_{SH}
Нечетный	1,25	1,75	2,0	1,75	1,9
Четный	1,3	1,8	1,9	1,8	2

9.2 Требования к содержанию и оформлению пояснительной записки

Все расчеты при выполнении курсового проекта должны быть снабжены теоретическими пояснениями, основывающимися на изложенном выше материале, а также на приведенных в списке рекомендуемой литературы книгах. Отсутствие пояснений к расчетам считается ошибкой.

Пояснительная записка должна содержать расчеты ко всем пунктам задания. Расчеты должны быть приведены полностью и по порядку, предложенному в задании. Каждая формула должна быть приведена полностью сначала в символьном выражении, затем в численном, но так, чтобы были видны все множители и слагаемые, а уже затем должен быть указан результат вычисления. Все результаты должны быть приведены с наименованием и кратким пояснением. Отсутствие наименования, расшифровки формул и пояснений не принимается.

В курсовой работе достаточно много однотипных вычислений, но, несмотря на это, для каждого пункта все вычисления необходимо приводить полностью и в полном объеме для всех фрагментов сети.

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул и вставлены в документ как объект.

К каждому разделу курсового проекта необходимо привести схему сети или ее фрагмента с нанесенными на нее результатами вычислений. В случае большого количества шлюзов необходимо разбить общую схему на несколько фрагментов и на каждом из них привести полученные результаты расчетов.

При выборе оборудования шлюзов для проектирования сети необходимо привести обоснование выбора того или иного вида оборудования, а также таблицы соответствия основных параметров выбранного оборудования и параметров подключения абонентов к нему. Помимо таблиц следует указать производителя оборудования, модель и адрес интернет-ресурса, с которого взята информация. В саму пояснительную записку необходимо включить краткое описание выбранного оборудования.

Пояснительная записка курсового проекта оформляется в соответствии с ЕСКД и требованиями к текстовым документам, принятыми на кафедре.

10 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

10.1 Исходные данные

Для удовлетворения потребности в общетехнологической телефонной связи участка железной дороги требуется модернизировать или построить новую сеть связи с применением современного коммутационного оборудования.

Исследуемый участок железной дороги выбираем из бланка задания, выданного преподавателем. Для данного примера выбран участок НОД-1, ШЧ-1. Полная схема отделения дороги приведена в приложении Д. В данном примере приведена реальная емкость телефонных станций.

Узловые станции участка должны иметь связь со следующими встречными станциями:

- главного управления железной дороги ГУ, НОД-1;
- узловыми соседних НОД;
- городской телефонной сетью общего пользования (ТфОП);
- УПАТС ведомственной сети.

На узловых станциях устанавливаются АРМ РМТС, а также предусматривается включение линий технологической телефонной связи (ТТС).

Среднее число вызовов на одного абонента в час наибольшей нагрузки (ЧНН):

- для внутреннего сообщения – 4,80;
- по СЛ с ГАТС – 0,23;
- по СЛ с УПАТС – 0,47;
- по междугородным линиям – 0,17.

Средняя длительность разговора, мин:

- для внутреннего сообщения – 3,9;
- по СЛ с ГАТС – 4,5;
- по СЛ с УПАТС – 4,1;
- по междугородным линиям – 3,7.

Использование кодеков, %:

- G.711 – 60;
- G.723 I/r – 40.

Соотношение типов абонентского оборудования в сети, %:

- N_{PSTN} – 82;
- N_{ISDN} – 8;

- $N_{SH} - 2$;
- $N_{LAN} - 5$;
- $N_{V5} - 3$.

Количество локальных сетей и точек доступа на станциях:

- $I_{LAN} - 1$.

Количество и емкость учрежденческих АТС узловой станции:

- $M_{PBX} - 1$;
- $N_{M_{PBX}} - 100$.

Параметры протоколов обмена сообщениями:

L_{MEGACO} , байт	150	N_{MEGACO} , сообщ.	10
L_{V5UA} , байт	145	N_{V5UA} , сообщ.	10
L_{IUA} , байт	155	N_{IUA} , сообщ.	10
L_{SH} , байт	140	N_{SH} , сообщ.	10
L_{MXUA} , байт	160	N_{MXUA} , сообщ.	10
L_{sip}	140	N_{sip1}	10
N_{sip2}	5	N_{sip3}	5
N_{sip4}	10	N_{sip5}	15
$X\%$	15	$Y\%$	40

Поправочные коэффициенты:

K_{PSTN}	K_{ISDN}	K_{V5}	K_{PBX}	K_{SH}
1,25	1,75	2	1,75	1,9

10.2 Характеристика участка железной дороги

10.2.1 Анализ существующей сети общетехнологической телефонной связи участка железной дороги

Первичная цифровая сеть связи железной дороги.

Стратегическими направлениями, совпадающими с основными пассажиро- и грузонапряженными железнодорожными магистралями Беларуси, имеющими общегосударственное значение и обеспечивающими увязку с соседними дорогами сопредельных государств, являются:

Госграница (Польша) – Брест – Барановичи – Минск – Орша – Госграница (Россия);

Госграница (Латвия) – Бигосово – Полоцк – Витебск – Орша;

Госграница (Литва) – Гудогай – Молодечно – Минск;

Орша – Могилев – Жлобин – Гомель – Тереховка – Госграница (Украина).

В настоящее время цифровая первичная сеть связи (ЦПСС) железной дороги технологически опережает в развитии вторичные сети связи.

Цифровая первичная сеть связи на магистральных направлениях дороги (МЦПСС) организуется на основе системы передачи синхронной цифровой иерархии уровня STM-16 (2488,32 Мбит/с) и STM-4 (622,08 Мбит/с), дорожная цифровая первичная сеть связи (ЦПССД) – уровня STM-4 и STM-1 (155,52 Мбит/с), для отделенческой ЦПСС – уровня STM-1. Основным компонентным информационным потоком, выделяемым на каждой станции участка, является первичный цифровой канал (ПЦК) E1 со скоростью цифрового потока 2,048 Мбит/с, соответствующий рекомендациям МСЭ-Т G.703.

В узлах, где сходятся линии связи нескольких направлений, установлен универсальный синхронный мультиплексор SMS-600V, который является составной частью семейства изделий SDH, разработанных фирмой NEC (Япония) и производимых российским предприятием ЭЗАН. Этот мультиплексор может быть сконфигурирован как терминальный (TRM), ввода/вывода (ADM), кольцевой (RING) и работает на уровнях STM-4 или STM-1 в кольцевых или линейных конфигурациях. Мультиплексор соответствует всем стандартам МСЭ-Т, поддерживает все виды защитной коммутации, а также обеспечивает ввод/вывод и гибкую кросс-коммутацию потоков E1 непосредственно с уровня STM-4.

На промежуточных станциях ЦПССД базируется на синхронных мультиплексорах ввода/вывода SMS-150С, разработанных и производимых российским предприятием ЭЗАН. SMS-150С представляет собой компактный мультиплексор SDH третьего поколения уровня STM-1. Аппаратура характеризуется совместимостью с другими версиями SDH, поддерживает устройства по эксплуатации, управлению, техобслуживанию, имеет интерфейсы аварийной сигнализации состояния помещения. Мультиплексор SMS-150С может обеспечить выделение на каждой промежуточной станции до 21 первичного цифрового потока E1.

Высокие показатели надежности и живучести проектируемой цифровой первичной сети связи дорожного уровня, как и магистрального уровня, обеспечиваются использованием защитной коммутации тракта SNCP для виртуальных контейнеров высокого и низкого порядков, благодаря способности универсального синхронного мультиплексора SMS-600V работать в двухволоконных кольцевых структурах [4].

Цифровая первичная сеть связи на всех уровнях (магистральном, дорожном, отделенческом) обеспечивает каналами высокого качества и надежности с требуемой пропускной способностью все вторичные сети связи: оперативно-технологическую связь, в том числе и технологическую радиосвязь, сеть общетехнологической телефонной связи, сеть передачи данных.

Существующая сеть общетехнологической телефонной связи ШЧ-1.

Проектируемый участок железной дороги, представленный на рисунке 10.1, – Минская дистанция сигнализации и связи (ШЧ-1) Минского отделения дороги (НОД-1).

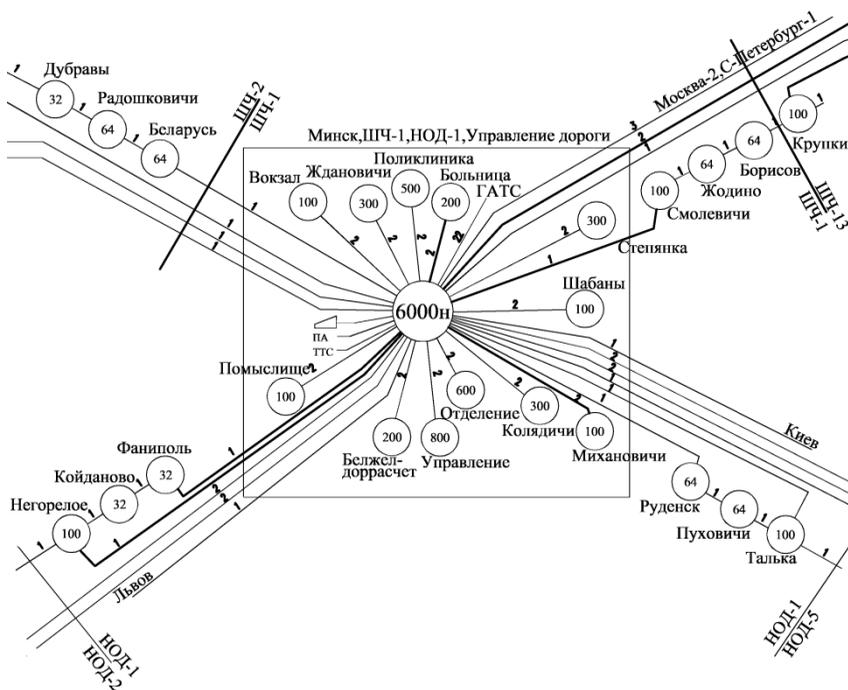


Рисунок 10.1 – Структурная схема существующей сети ОбТС Минск ШЧ-1

Узловая станция ШЧ-1 емкостью 6000 номеров расположена в г. Минске.

В границах дистанции расположена 21 АТС различных подразделений и станций, в том числе: АТС Управления дороги – 800 номеров; АТС Отделения дороги – 600 номеров. Имеется выход на городскую сеть ТФОП. Узловая станция оборудована РМТС. Организовано подключение оборудования технологической телефонной связи (ТТС) через распорядительную станцию диспетчера РСДТ-У.

За пределами города в направлении Орши расположено 3 АТС, в направлении Бреста – 3 АТС, в направлении Гомеля – 3 АТС.

Организовано прямое соединение с дорогами сопредельных государств, со всеми отделениями Белорусской железной дороги, а также с дистанциями Молодечно ШЧ-2 и Орша ШЧ-13. На участке ШЧ-1 находятся в эксплуатации АТС цифровой, квазиэлектронной и координатной систем. Узловая АТС ШЧ-1 выполняет функции УАК в ведомственной междугородной сети.

Анализ существующей сети ОбТС показал, что сеть не соответствует современным требованиям по качеству связи, возможностям связи; 40 % оборудования находится 20 и более лет в эксплуатации и изношено физически.

10.2.2 Техничко-экономическое обоснование реорганизации сети с применением современного оборудования

В данном разделе курсового проекта в развернутом виде приводятся обоснования эксплуатационных затрат, технико-экономических и моральных критериев. При этом внедрение новой техники должно способствовать решению задач по улучшению качества продукции и услуг и повышению эффективности производства.

10.2.3 Определение конечной емкости станций сети и числа абонентов по категориям

Монтируемая емкость станции определяет первый пусковой комплекс, то есть минимальный набор устройств, необходимых для обслуживания существующих абонентов. Конечная емкость АТС рассчитывается по максимальному числу номеров, которые могут быть задействованы в течение всего срока службы станции. Конечной емкостью станции определяется емкость шлюзов и коммутаторов, пропускная способность транспортной сети, источники электропитания, размеры помещения АТС и т. д. Поскольку модернизация сетей для увеличения их пропускной способности при подключении новых абонентов не приемлема, то для проектируемой сети основной расчет ведется по конечной емкости.

Существующая емкость станций, в соответствии с заданием на курсовое проектирование, приведена выше (см. рисунок 10.1). Поскольку при модернизации одномоментного увеличения абонентов не ожидается, то данную емкость станций сети примем как монтируемую.

Конечная емкость обычно на 30–50 % больше монтируемой. Примем конечную емкость в данных пределах, учитывая расположение, назначение и предполагаемое развитие станции.

Примечание – В курсовом проекте необходимо обосновать принятую степень расширения и кратность абонентской емкости. В данном примере принята величина 50 %. Однако в курсовом проекте *рекомендуется* обосновать увеличение емкости всего на 5–10 % или его отсутствие.

Абонентам административного сектора принадлежат 90 % номеров от имеющейся емкости (40 % – управление дороги, 30 % – отделение дороги; 20 % – станция дороги) и 10 % – абонентам квартирного сектора.

Примечание – Перечень категорий абонентов каждой станции должен соответствовать схеме выбранного участка дороги. Долевое распределение абонентов по категориям производится на выбор студента с обоснованием принятого решения.

Поскольку медицинские учреждения выведены из подчинения Министерства путей сообщения, то АТС Больницы и Поликлиники также выводятся из подчинения Дистанции сигнализации и связи и передаются в ведение РУП «Белтелеком».

10.2.4 Выбор нумерации абонентов и соединительных линий

Система нумерации представляет собой совокупность принятых комбинаций десятичных цифр и установленный порядок их использования для образования номера вызываемого абонента.

Поскольку при модернизации сети общетехнологической связи конечная емкость станций (особенно узловых) превысит 6000, то на данном участке будет применяться 5-значная нумерация.

В основу плана нумерации цифровой сети ОбТС положен принцип единой закрытой пятизначной нумерации вида аXXXX внутри одной зоны.

Внутри каждой зоны применяется закрытая 5-значная нумерация. Абонентам присваиваются номера вида аXXXX, где а – любая цифра, кроме 1, 9, 8, 0.

Номера вида 1XXXX закрепляются за линиями специального назначения (стол заказов РМТС, стол справок и т. п.).

Индекс выхода на телефонную сеть общего пользования – цифра 9.

Индекс выхода в другую зону сети ОбТС – цифра 0.

Номера вида 8XX резервируются в качестве кодов выхода на коммерческие сети и для доступа к перспективным сервисным службам, в том числе выход на мобильную железнодорожную сеть GSM-R.

Каждой зоне сети ОбТС присваивается двухзначный код вида АВ, где А – любая цифра, кроме 9 и 0, В – любая цифра.

Для различных категорий выбираем номера в соответствии с данными, приведенными в разделе 3.4.2, и заносим их в таблицу 10.1.

Узловой станции присваиваются номера вида 2XXXX, управлению – 44XXX, отделению – 43XXX, вспомогательным подразделениям – 45XXX, промежуточным станциям – 32XXX–34XXX, квартирному сектору в черте города – 5XXXX, квартирному сектору за пределами города – 6XXXX.

Данный выбор продиктован требованием сохранения нумерации существующим абонентам управления и отделения дороги.

10.2.5 Определение количества и типов абонентского оборудования

Данный раздел курсового проекта разрабатывается в соответствии с разд. 4.3 данного пособия.

Для облегчения работы составляется таблица 10.2, в которую заносится количество абонентского оборудования по типам для каждой станции.

Примечание – Обязательное распределение по всем типам оборудования необходимо для узловой станции. Для остальных станций можно обосновано исключить оборудование подключения УПАТС (SH) и концентраторов (V5). При этом освободившаяся емкость распределяется по другим типам подключения: цифровые телефоны (ISDN), SIP-телефоны (SH) и IP-телефоны, подключаемые через локальную сеть (LAN).

Таблица 10.1 – Система нумерации на сети телефонной связи участка железной дороги

Станция	Монтируемая емкость	Конечная емкость	Категория абонентов	Код зоны	Нумерация
Минск, Дом связи	6000	9000	С – 8000 К – 1000	10	20000-27999 50000-58999
Управление	800	1000	У – 1000	10	44000-44999
Отделение	600	1000	О – 1000	10	43000-43999
Вокзал	100	150	С – 150	10	32000-32149
Белжелдоррасчет	200	300	К – 300	10	45000-45299
Ждановичи	300	400	С – 350 К – 50	10	32150-32499 62000-62049
Степянка	300	400	С – 350 К – 50	10	32500-32849 62050-62099
Шабаны	100	150	С – 130 К – 20	10	32850-22979 62100-62119
Колядичи	300	400	С – 350 К – 50	10	32980-33329 62120-62169
Михановичи	100	150	С – 130 К – 20	10	33330-33639 62170-62189
Помыслище	100	150	С – 130 К – 20	10	33640-33589 62190-62209
Смолевичи	100	150	С – 130 К – 20	10	33590-33719 62210-62229
Жодино	64	100	С – 90 К – 10	10	33720-33809 62230-62239
Борисов	64	100	С – 90 К – 10	10	33810-33899 62240-62249
Фаниполь	32	50	С – 40 К – 10	10	33900-33939 62250-62259
Койданово	32	50	С – 40 К – 10	10	33940-33979 62260-62269
Негорелое	100	150	С – 130 К – 20	10	33980-34109 62270-62289
Руденск	64	100	С – 90 К – 10	10	34110-34199 62290-62299
Пуховичи	64	100	С – 90 К – 10	10	34200-34289 62300-62309
Талька	100	150	С – 130 К – 20	10	34290-34419 62310-62329

Таблица 10.2 – Распределение абонентов станций по типам оборудования

Станция	Конечная емкость	Количество абонентского оборудования типа				
		$N_{PSTN} - 82\%$	$N_{ISDN} - 8\%$	$N_{SH} - 2\%$	$N_{LAN} - 5\%$	$N_{VS} - 3\%$
Минск, Дом связи	9000	7380	720	180	450	270
Управление	1000	820	90	30	60	
Отделение	1000	820	90	30	60	
Вокзал	150	120	10	10	10	
Белжелдоррасчет	300	300				
Ждановичи	400	330	40	10	20	
Степянка	400	330	40	10	20	
Шабаны	150	120	20		10	
Колядичи	400	330	40	10	20	
Михановичи	150	120	20		10	
Помыслище	150	120	20		10	
Смолевичи	150	120	20		10	
Жодино	100	80	10		10	
Борисов	100	80	10		10	
Фаниполь	50	40	5		5	
Койданово	50	40	5		5	
Негорелое	150	120	20		10	
Руденск	100	80	10		10	
Пуховичи	100	80	10		10	
Талька	150	120	20		10	
<i>Примечание</i> – Для узловой станции: локальных сетей $I_{LAN} - 1$; количество УПАТС $M_{PBX} - 1$; емкость УПАТС $N_{M_{PBX}} - 100$.						

10.3 Разработка схем сетей связи участка железной дороги

10.3.1 Разработка схемы первичной сети связи

Первичная сеть связи железной дороги строится по технологии синхронной цифровой иерархии (SDH) на базе волоконно-оптических линий.

На современном этапе развития систем телекоммуникации, с учетом конвергенции всех сетей и средств связи и передачи информации, первичные сети выносятся в самостоятельную структуру или в так называемую транспортную сеть. Подробная разработка и расчет такой сети выходят далеко за рамки данного курсового проекта и относятся к дисциплине «Многоканальные системы передачи информации». Однако схема первичной сети связи участка дороги по заданию разрабатывается именно для понимания распределения потоков информации [4, 9, 15].

Переход от систем PDH к системам SDH требует значительной реорганизации линий связи. Поэтому неудивительно, что новая структура сети

будет иметь мало общего с сетями предыдущих поколений, ориентированных только на передачу речевого трафика.

На рисунке 10.2 приведена схема первичной сети связи проектируемого участка.

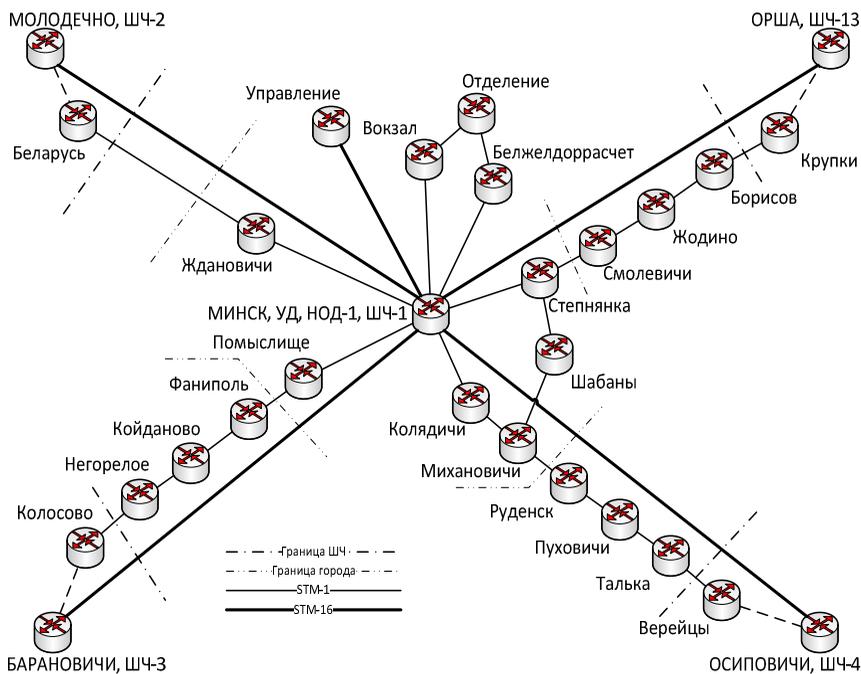


Рисунок 10.2 – Схема первичной сети связи Минск ШЧ-1

В первую очередь определяются магистральные направления. На проектируемом участке железной дороги это наиболее загруженные направления для всей Белорусской железной дороги (Брест – Барановичи – Минск – Орша и Молодечно – Минск – Осипович – Жлобин – Гомель). Поэтому все магистральные линии связи организуются с использованием оборудования STM-16 (2488,32 Мбит/с). Линии связи между станциями одного ШЧ организуются по STM-1 (155,52 Мбит/с). В кольцо STM-1 включаются станции, принадлежащие соседним дистанциям. Организация кольцевой структуры производится через узловые станции путем включения потоков местной сети в поток магистральной сети. Основным компонентным информационным потоком, выделяемым на каждой станции участка, является первичный цифровой канал (ПЦК) E1 со скоростью цифрового потока 2,048 Мбит/с, соответствующий рекомендациям МСЭ-Т G.703.

10.3.2 Разработка схемы сети ОбТС

На схеме сети ОбТС (рисунок 10.3) необходимо показать все оборудование, которым оснащается участок дороги, а также количество абонентов по типам.

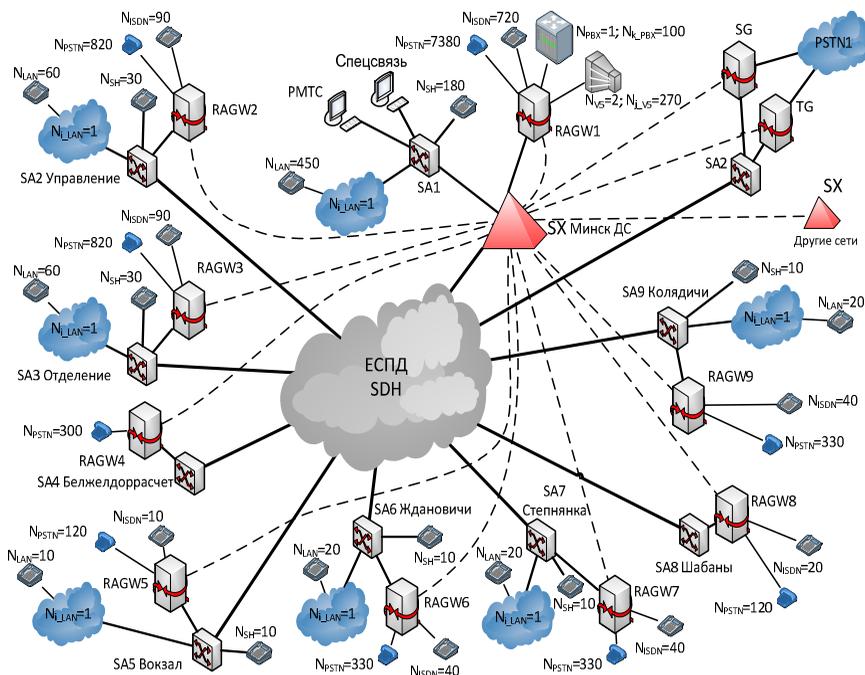


Рисунок 10.3 – Схема сети ОбТС Минск ШЧ-1 (часть 1)

Примечание – Если все станции не помещаются на одном листе, то допускается продолжить схему на следующем рисунке.

10.4 Выбор коммуникационного оборудования

Для проектирования сети необходимо обосновать выбор того или иного вида оборудования, а также привести таблицы соответствия основных параметров и параметров подключения абонентов. Также следует указать производителя оборудования, модель и адрес интернет-ресурса, с которого взята информация, и дать краткое описание выбранного оборудования с указанием емкостных параметров [11, 12].

10.5 Расчет нагрузки, поступающей на соединительные устройства

Распределение нагрузки по направлениям связи осуществляется с учетом категорий абонентов. Однако для сети NGN направление потока вызовов теряет смысл, поскольку все вызовы проходят через шлюз доступа и коммутатор. Внутренний вызов в пределах одного шлюза направляется из шлюза на коммутатор и обратно в шлюз. Вызов, идущий на другой шлюз в сети, проходит несколько более длительный путь: шлюз 1 – коммутатор – шлюз 2 и обратно (шлюз 2 – коммутатор – шлюз 1).

Распределение нагрузки по направлениям связи осуществляется с учетом категорий абонентов. Так, для абонентов квартирного сектора закрыт доступ по направлениям, связанным с непосредственным управлением технологическим процессом. Поэтому при определении нагрузки в направлении междугородной связи это количество абонентов не учитывается.

Для внутреннего сообщения разговорная и расчетная нагрузки составят:

$$Y_{\text{разг.вн}} = 1,1 \cdot K_p \frac{N_{\text{все}} C_{\text{вн}} T_{\text{р.вн}}}{3600} = 1,1 \cdot 0,8 \frac{9000 \cdot 4,8 \cdot 3,9 \cdot 60}{3600} = 2471,04 \text{ Эрл};$$

$$Y_{\text{р.вн}} = Y_{\text{разг.вн}} + 0,6742 \sqrt{Y_{\text{разг.вн}}} = 2471,04 + 0,6742 \sqrt{2471,04} = 2504,554 \text{ Эрл.}$$

Нагрузка по соединительным линиям с ГАТС:

$$Y_{\text{разг.Г}} = 1,1 \cdot K_p \frac{N_{\text{все}} C_{\text{Г}} T_{\text{р.Г}}}{3600} = 1,1 \cdot 0,8 \frac{9000 \cdot 0,23 \cdot 4,5 \cdot 60}{3600} = 1366,2 \text{ Эрл};$$

$$Y_{\text{р.Г}} = Y_{\text{разг.Г}} + 0,6742 \sqrt{Y_{\text{разг.Г}}} = 1366,2 + 0,6742 \sqrt{1366,2} = 1391,12 \text{ Эрл.}$$

Нагрузка по соединительным линиям с УПАТС (без квартирного сектора):

$$Y_{\text{разг.У}} = 1,1 \cdot K_p \frac{N_{\text{без.кв}} C_{\text{У}} T_{\text{р.У}}}{3600} = 1,1 \cdot 0,8 \frac{8000 \cdot 0,47 \cdot 4,1 \cdot 60}{3600} = 226,101 \text{ Эрл};$$

$$Y_{\text{р.У}} = Y_{\text{разг.У}} + 0,6742 \sqrt{Y_{\text{разг.У}}} = 226,101 + 0,6742 \sqrt{226,101} = 236,239 \text{ Эрл.}$$

Нагрузка по междугородным линиям (без квартирного сектора):

$$Y_{\text{разг.Д}} = 1,1 \cdot K_p \frac{N_{\text{без.кв}} C_{\text{Д}} T_{\text{р.Д}}}{3600} = 1,1 \cdot 0,8 \frac{8000 \cdot 0,17 \cdot 3,7 \cdot 60}{3600} = 73,803 \text{ Эрл};$$

$$Y_{\text{р.Д}} = Y_{\text{разг.Д}} + 0,6742 \sqrt{Y_{\text{разг.Д}}} = 73,803 + 0,6742 \sqrt{73,803} = 79,595 \text{ Эрл.}$$

Разделение нагрузки на входящее и исходящее направление без анализа подробной статистики не производится. При этом необходимо учитывать, что все каналы в нашей сети двусторонние. Примем равные нагрузки для

исходящих и входящих звонков. Таким образом, расчетная нагрузка на абонентские линии

$$Y_{\text{Алр}} = Y_{\text{р.вн}} + Y_{\text{р.Г}} + Y_{\text{р.У}} + Y_{\text{р.Д}} = \\ = 2504,554 + 1391,12 + 236,239 + 79,595 = 4211,508 \text{ Эрл.}$$

Тогда удельная нагрузка на одну абонентскую линию

$$y_{\text{Ал}} = \frac{Y_{\text{Алр}}}{N} = \frac{4211,508}{9000} = 0,468 \text{ Эрл.}$$

Для упрощения расчетов в данном курсовом проекте полученное значение удельной нагрузки будем использовать для всех типов абонентов.

10.6 Проектирование распределенного абонентского концентратора

10.6.1 Расчет параметров шлюза доступа

Необходимо определить общую нагрузку, поступающую от различных абонентов на шлюз доступа.

Общая нагрузка от абонентов PSTN

$$Y_{\text{PSTN}} = N_{\text{PSTN}} y_{\text{Ал}} = 7380 \cdot 0,468 = 3453,436 \text{ Эрл.}$$

Общая нагрузка от абонентов ISDN

$$Y_{\text{ISDN}} = N_{\text{ISDN}} y_{\text{Ал}} = 720 \cdot 0,468 = 336,921 \text{ Эрл.}$$

Общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа, который обеспечивает подключение оборудования доступа через интерфейс V5,

$$Y_{\text{V5}} = N_{\text{V5}} y_{\text{Ал}} = 270 \cdot 0,468 = 126,36 \text{ Эрл.}$$

Оборудование доступа V5 имеет общее количество абонентов $N_{\text{V5}} = 270$. Один интерфейс протокола V5 обеспечивает подключение 30 абонентов через поток ИКМ без сжатия (V5.1), или большего числа абонентов, выполняющая функции абонентского комплекта (V5.2).

Для обслуживания данного количества устройств, используя модификацию протокола V5.1, количество точек доступа

$$J_{\text{V5.1}} = N_{\text{V5}} / 30 = 270 / 30 = 9,$$

округляем до целого вверх (если это необходимо).

Нагрузка от оборудования доступа одного интерфейса V5.1

$$Y_{j_{\text{V5.1}}} = N_{\text{V5}} y_{\text{Ал}} / J_{\text{V5.1}} = 270 \cdot 0,468 / 9 = 21,06 \text{ Эрл.}$$

Для обслуживания данного количества устройств, используя модификацию протокола V5.2, при вероятности потерь $p = 0,001$ необходимо число линий, определенное по первой формуле Эрланга, $x = 158$. Тогда общее число точек доступа

$$J_{V5.2} = x / 30 = 158 / 30 = 5,27, \text{ округляем до } 6.$$

Нагрузка от оборудования доступа одного интерфейса V5.2

$$Y_{J_{V5.2}} = N_{V5} y_{Al} / J_{V5.2} = 270 \cdot 0,468 / 6 = 21,058 \text{ Эрл.}$$

Количество УПАТС: $M_{PBX} = 1$; емкость каждой УПАТС $N_{M_{PBX}} = 100$. Нагрузка, поступающая от одной УПАТС,

$$Y_{M_{PBX}} = N_{M_{PBX}} y_{Al} = 100 \cdot 0,468 = 46,795 \text{ Эрл.}$$

Для обслуживания подключения УПАТС емкостью 100 абонентов, при вероятности потерь $p = 0,001$ необходимо число линий, вычисленных по первой формуле Эрланга, $x = 68$. Тогда общее число точек доступа для одной УПАТС

$$N_{PRI} = x / 30 = 68 / 30 = 2,27, \text{ округляем до } 3.$$

Нагрузка от одного интерфейса PRI

$$Y_{PRI} = N_{M_{PBX}} y_{Al} / N_{PRI} = 100 \cdot 0,468 / 3 = 15,598 \text{ Эрл.}$$

Общая нагрузка, поступающая на транкинговый шлюз, к которому подключено оборудование УПАТС,

$$Y_{PBX} = \sum_{j=1}^M Y_{M_{PBX}} = \sum_{j=1}^1 46,795 = 46,795 \text{ Эрл.}$$

Если шлюз реализует функции резидентного шлюза доступа, то есть одновременно шлюза доступа и транкингового шлюза подключения УПАТС, то общая нагрузка, поступающая на шлюз,

$$\begin{aligned} Y_{GW} &= Y_{PSTN} + Y_{ISDN} + Y_{V5} + Y_{PBX} = \\ &= 3453,436 + 336,921 + 126,345 + 46,795 = 3963,497 \text{ Эрл.} \end{aligned}$$

Для нашего *примера* выберем оборудование некоторого «Производителя», у которого по техническим спецификациям максимальное количество портов POTS – 1920 (32 на плату) или ISDN – 960 (16 на плату). Для подключения как V5 так и PBX применяется плата на 4 порта. Всего доступно 60 плат на статив [11, 12].

Примечание – Оборудование мы выбрали в разд. 10.4.

Для каждого из сетевых элементов составим таблицу, в которой проводится сравнение максимальных значений параметров подключения, предусмотренных для этого оборудования, и того реального количества подключенных абонентов, которое мы рассчитываем осуществить.

Шлюз RAGW1.1 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число плат	Число портов	Подключено портов
POTS	60 × 32a	1920	1920
ISDN	0 × 16a	0	0
PRI	0 × 4E1	0	0
V5	0 × 4E1	0	0
FE / GE	2 × 100M	2	1

Шлюз RAGW1.2 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число плат	Число портов	Подключено портов
POTS	60 × 32a	1920	1920
ISDN	0 × 16a	0	0
PRI	0 × 4E1	0	0
V5	0 × 4E1	0	0
FE / GE	2 × 100M	2	1

Шлюз RAGW1.3 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число плат	Число портов	Подключено портов
POTS	60 × 32a	1920	1920
ISDN	0 × 16a	0	0
PRI	0 × 4E1	0	0
V5	0 × 4E1	0	0
FE / GE	2 × 100M	2	1

Шлюз RAGW1.4 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число плат	Число портов	Подключено портов
POTS	51 × 32a	1632	1620
ISDN	0 × 16a	0	0
PRI	1 × 4E1	4	3
V5	2 × 4E1	8	6
FE / GE	2 × 100M	2	1

Шлюз RAGW1.5 – Тип, Модель, Производитель

Тип порта	Число плат	Число портов	Подключено портов
POTS	0 × 32a	0	0
ISDN	45 × 16a	720	720
PRI	0 × 4E1	0	0
V5	0 × 4E1	0	0
FE / GE	2 × 100M	2	1

Исходя из количества портов различных типов, необходимо поставить пять шлюзов. При этом три из них имеют одинаковый набор типов и распределение количества абонентов. Схема распределения подключения абонентов приведена на рисунке 10.4.

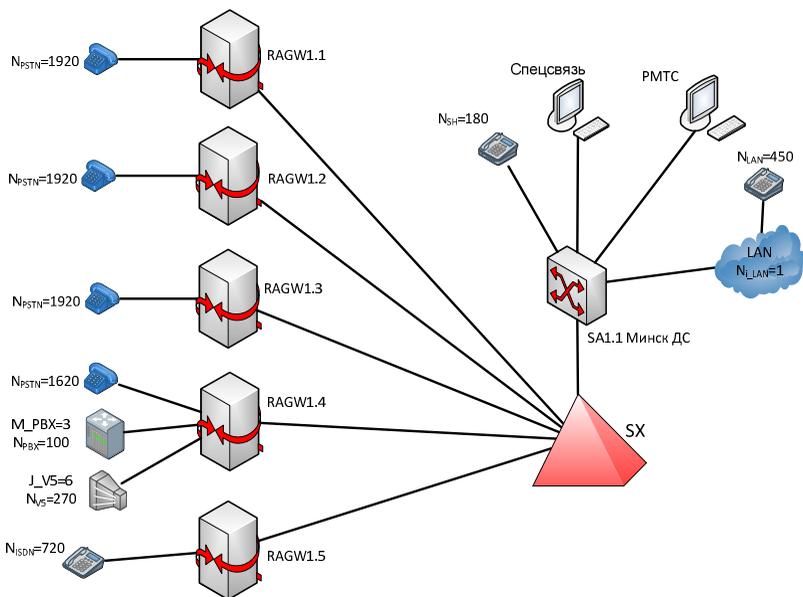


Рисунок 10.4 – Распределение подключения абонентов

При таком распределении подключения абонентов по шлюзам появляется возможность покупать меньше разнотипных плат в каждый отдельный шлюз, что приводит к уменьшению стоимости проекта.

В качестве коммутатора доступа используется оборудование «Производитель 2». Составим для него аналогичную таблицу.

Коммутатор SA1.1 – Тип, Модель, Производитель 2

Тип порта	Значение для оборудования	Подключенное оборудование	Подключено портов
FE – 100M	300	Аб. SIP/H.323	180
		LAN	1
GE – 1G	2	WAN	2

В качестве гибкого коммутатора используется оборудование «Производитель 3». Таблица для него будет выглядеть следующим образом:

Гибкий коммутатор SX – Тип, Модель, Производитель 3

Тип порта	Значение для оборудования	Подключенное оборудование	Подключено портов
FE – 100M	100	MG	1
		RAGW	4
		SA	1
GE – 1G	10	WAN	2

Для рассматриваемого варианта задано следующее процентное соотношение использования различных кодеков:

1 Кодек G.711 – 60 % вызовов.

2 Кодек G.723 I/r – 40 % вызовов.

Скорости, с которыми будет передаваться пользовательская информация при условии использования кодеков разных типов:

– для кодека G.711

$$V_{trans_COD_G.711} = kV_{COD_m} = 134 / 80 \cdot 64 = 107,2 \text{ кбит/с};$$

– для кодека G.723.1 I/r

$$V_{trans_COD_G.723.1/r} = kV_{COD_m} = 74 / 20 \cdot 6,4 = 23,68 \text{ кбит/с}.$$

Рассчитаем, какая нагрузка поступает на каждый шлюз. В данном примере приведем подробный расчет только для одного шлюза. Расчеты для остальных шлюзов будут аналогичны.

Примечание – В пояснительной записке к курсовой работе должны быть приведены полностью все расчеты.

Общая нагрузка на 1-й шлюз

$$Y_{RAGW1.1} = Y_{PSTN}^{RAGW1.1} = y_{\text{АД}} N_{PSTN}^{RAGW1.1} = 0,468 \cdot 1920 = 898,455 \text{ Эрл}.$$

При этом данная нагрузка обрабатывается разными кодеками, их процентное соотношение было приведено выше.

– для кодека G.711

$$Y_{RAGW1.1_G.711} = 0,6Y_{RAGW1.1} = 0,6 \cdot 898,455 = 539,073 \text{ Эрл};$$

– для кодека G.723.1 I/r

$$Y_{RAGW1.1_G.723.1/r} = 0,4Y_{RAGW1.1} = 0,4 \cdot 898,455 = 359,382 \text{ Эрл}.$$

Абонентский концентратор можно рассматривать как систему массового обслуживания с потерями.

Пользуясь калькулятором Эрланга, определим число соединений x , необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа, с условием, что вероятность потери вызовов $p = 0,001$:

– для кодека G.711 – $x = 595$;

– для кодека G.723.1 I/r – $x = 407$.

Транспортный поток на выходе кодека G.711

$$V_{C_G.711} = xV_{trans_COD_G.711} = 595 \cdot 107,2 = 63784,0 \text{ кбит/с}.$$

Транспортный поток на выходе кодека G.723.1 I/r

$$V_{C_G.723.1/r} = xV_{trans_COD_G.723.1/r} = 407 \cdot 23,68 = 9637,760 \text{ кбит/с}.$$

Тогда транспортный поток на выходе первого шлюза

$$V_{RAGW1.1} = V_{C_G.711} + V_{C_G.723.1/r} = 63784,0 + 9637,760 = 73421,760 \text{ кбит/с}.$$

Нанесем полученные результаты на схему шлюза (рисунок 10.5).

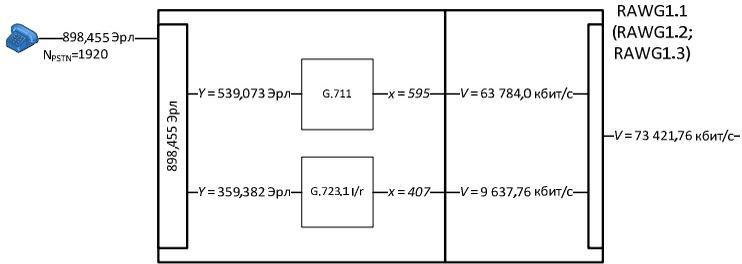


Рисунок 10.5 – Распределение подключения абонентов

Аналогично для второго и третьего шлюзов, поскольку они идентичны:

$$V_{RAGW1.2} = 73421,760 \text{ кбит/с}; V_{RAGW1.3} = 73421,760 \text{ кбит/с}.$$

Общая нагрузка на 4-й шлюз

$$\begin{aligned} Y_{RAGW1.4} &= Y_{PSTN}^{RAGW1.4} + Y_{PBX}^{RAGW1.4} + Y_{V5}^{RAGW1.4} = \\ &= y_{\text{АЛ}} N_{PSTN}^{RAGW1.4} + y_{\text{АЛ}} \sum_{j=m}^M N_{PBX}^{RAGW1.4} + y_{\text{АЛ}} \sum_{j=1}^J N_{V5}^{RAGW1.4} = \\ &= 0,468 \cdot 1620 + 0,468 \cdot 100 + 0,468 \cdot 270 = \\ &= 758,071 + 46,795 + 126,345 = 931,211 \text{ Эрл.} \end{aligned}$$

При этом данная нагрузка обрабатывается разными кодеками, их процентное соотношение было приведено выше.

– для кодека G.711

$$Y_{RAGW1.4_G.711} = 0,6Y_{RAGW1.4} = 0,6 \cdot 931,211 = 558,727 \text{ Эрл};$$

– для кодека G.723.1 I/r

$$Y_{RAGW1.4_G.723.1/r} = 0,4Y_{RAGW1.4} = 0,4 \cdot 931,211 = 372,484 \text{ Эрл.}$$

Число соединений x , необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа при $p = 0,001$:

– для кодека G.711 – $x = 616$;

– для кодека G.723.1 I/r – $x = 421$.

Транспортный поток на выходе кодека G.711

$$V_{C_G.711} = xV_{\text{trans_COD_G.711}} = 616 \cdot 107,2 = 66035,20 \text{ кбит/с.}$$

Транспортный поток на выходе кодека G.723.1 I/r

$$V_{C_G.723.1/r} = xV_{\text{trans_COD_G.723.1/r}} = 421 \cdot 23,68 = 9969,280 \text{ кбит/с.}$$

Тогда транспортный поток на выходе шлюза

$$V_{RAGW1.4} = V_{C_G.711} + V_{C_G.723.1/r} = 66035,20 + 9969,280 = 76004,480 \text{ кбит/с.}$$

Нанесем полученные результаты на схему шлюза (рисунок 10.6).

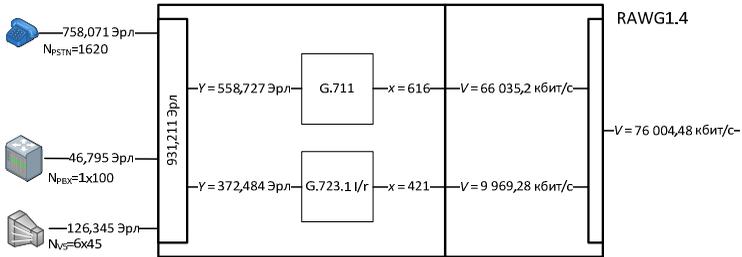


Рисунок 10.6 – Распределение подключения абонентов

Общая нагрузка на 5-й шлюз

$$Y_{RAGW1.5} = Y_{ISDN}^{RAGW1.5} = y_{АЛ} N_{ISDN}^{RAGW1.5} = 0,468 \cdot 720 = 336,921 \text{ Эрл.}$$

– для кодека G.711

$$Y_{RAGW1.5_G.711} = 0,6Y_{RAGW1.5} = 0,6 \cdot 336,921 = 202,152 \text{ Эрл;}$$

– для кодека G.723.1 I/r

$$Y_{RAGW1.5_G.723.1I/r} = 0,4Y_{RAGW1.5} = 0,4 \cdot 336,921 = 134,768 \text{ Эрл.}$$

Число соединений x , необходимое для обслуживания нагрузки, обрабатываемой кодеком определенного типа при $p = 0,001$:

– для кодека G.711 – $x = 240$;

– для кодека G.723.1 I/r – $x = 167$.

Таким образом, транспортный поток на выходе кодека G.711

$$V_{C_G.711} = xV_{trans_COD_G.711} = 240 \cdot 107,2 = 25728,0 \text{ кбит/с.}$$

Транспортный поток на выходе кодека G.723.1 I/r

$$V_{C_G.723.1I/r} = xV_{trans_COD_G.723.1I/r} = 167 \cdot 23,68 = 3954,560 \text{ кбит/с.}$$

Тогда транспортный поток на выходе шлюза

$$V_{RAGW1.5} = V_{C_G.711} + V_{C_G.723.1I/r} = 25728,0 + 3954,560 = 29682,560 \text{ кбит/с.}$$

Нанесем полученные результаты на схему шлюза (рисунок 10.7).

Примечание – В курсовом проекте расчеты выполнить полностью.

Общий транспортный поток в интерфейсе подключения шлюзов к коммутатору доступа

$$\begin{aligned} V_{GW} &= V_{RAGW1.1} + V_{RAGW1.2} + V_{RAGW1.3} + V_{RAGW1.4} + V_{RAGW1.5} = \\ &= 73421,760 + 73421,760 + 73421,760 + 76004,480 + 29682,560 = \\ &= 325952,320 \text{ кбит/с.} \end{aligned}$$

Результаты расчетов приведены на рисунке 10.8.

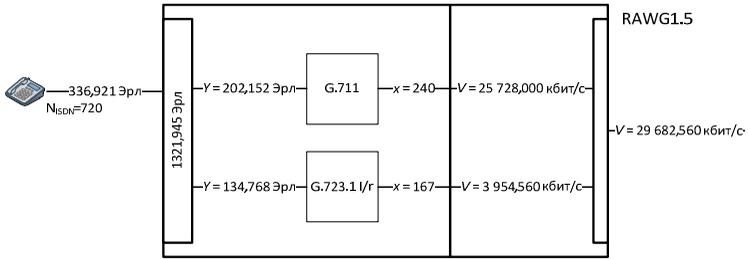


Рисунок 10.7 – Распределение подключения абонентов

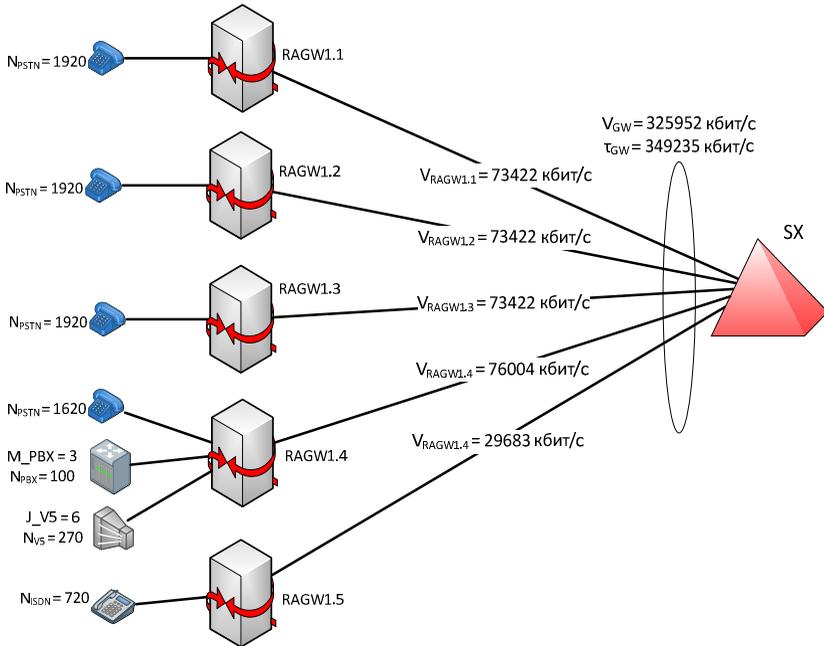


Рисунок 10.8 – Распределение потоков данных шлюзов доступа

Рассмотрим СМО с ожиданием.

Будем анализировать тракт передачи данных (от шлюза до коммутатора доступа) на уровне передачи пакетов. При этом возникает задержка передачи пакета, которая при определенных условиях может привести к превышению требований QoS передачи трафика.

Определим λ для каждого вида кодека:

$$\lambda_{G.711} = \frac{V_{trans_COD_G.711}}{L_{packet_COD_G.711}} = \frac{107,2}{134 \cdot 8} = 0,1 \text{ пак/мс;}$$

$$\lambda_{G.723.11/r} = \frac{V_{trans_COD_G.723.11/r}}{L_{packet_COD_G.723.11/r}} = \frac{23,68}{74 \cdot 8} = 0,04 \text{ пак/мс.}$$

Теперь можно рассчитать общую интенсивность поступления пакетов в канал:

$$\lambda = \lambda_{G.711} + \lambda_{G.723.11/r} = 0,1 + 0,04 = 0,14 \text{ пак/мс.}$$

Предельно допустимая задержка доставки IP-пакета от одного пользователя услуг VoIP к другому не должна превышать $S = 100$ мс.

Зная величину задержки и интенсивность поступления заявок, определим интенсивность обслуживания заявок в канале:

$$\mu = \frac{1}{S} + \lambda = \frac{1}{100} + 0,14 = 0,15 \text{ пак/мс.}$$

Рассчитав значения интенсивности поступления и обслуживания заявок, определим загрузку канала:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,14}{0,15} = 0,933.$$

Зная транспортный поток, поступающий в канал, и то, что этот поток может максимально нагружать канал на величину ρ , определим общий требуемый объем канала τ :

$$\tau_{GW} = \frac{325952,320}{0,933} = 349234,629 \text{ кбит/с.}$$

Результаты расчетов показаны на рисунке 10.8.

10.6.2 Расчет параметров коммутатора доступа

Расчет нагрузки создаваемой IP-абонентами (SH и LAN) производится аналогично шлюзу. При этом необходимо учитывать, что кодек встроен в аппарат и всю работу он выполняет индивидуально для абонента.

Общая нагрузка, создаваемая абонентами SH,

$$Y_{SH} = N_{SH} y_{AL} = 180 \cdot 0,468 = 84,23 \text{ Эрл.}$$

Общая нагрузка, создаваемая абонентами LAN,

$$Y_{LAN} = N_{LAN} y_{AL} = 450 \cdot 0,468 = 210,575 \text{ Эрл.}$$

Нагрузка обрабатывается разными кодеками:

$$Y_{SH_G.711} = 0,6 Y_{SH} = 0,6 \cdot 84,23 = 50,538 \text{ Эрл.}$$

$$Y_{SH_G.723.1/r} = 0,4Y_{SH} = 0,4 \cdot 84,23 = 33,692 \text{ Эрл};$$

$$Y_{LAN_G.711} = 0,6Y_{LAN} = 0,6 \cdot 210,575 = 126,345 \text{ Эрл};$$

$$Y_{LAN_G.723.1/r} = 0,4Y_{LAN} = 0,4 \cdot 210,575 = 84,230 \text{ Эрл}.$$

Требуемое число соединений, соответственно: 72, 52, 158, 111.

Транспортный поток на выходе кодека:

$$V_{SH_C_G.711} = xV_{trans_COD_G.711} = 72 \cdot 107,2 = 7718,4 \text{ кбит/с};$$

$$V_{SH_C_G.723.1/r} = xV_{trans_COD_G.723.1/r} = 52 \cdot 23,68 = 1231,36 \text{ кбит/с};$$

$$V_{LAN_C_G.711} = xV_{trans_COD_G.711} = 158 \cdot 107,2 = 16937,6 \text{ кбит/с};$$

$$V_{LAN_C_G.723.1/r} = xV_{trans_COD_G.723.1/r} = 111 \cdot 23,68 = 2628,48 \text{ кбит/с}.$$

Тогда общий транспортный поток коммутатора доступа:

$$V_{SH} = V_{SH_C_G.711} + V_{SH_C_G.723.1/r} = 7718,4 + 1231,36 = 8949,76 \text{ кбит/с};$$

$$V_{LAN} = V_{LAN_C_G.711} + V_{LAN_C_G.723.1/r} = 16937,6 + 2628,48 = 19566,08 \text{ кбит/с};$$

$$V_{SA} = V_{SH} + V_{LAN} = 8949,76 + 19566,08 = 28515,84 \text{ кбит/с}.$$

Требуемый объем канала

$$\tau_{SA} = \frac{28515,84}{0,933} = 30552,686 \text{ кбит/с}.$$

Результаты расчетов приведены на рисунке 10.9.

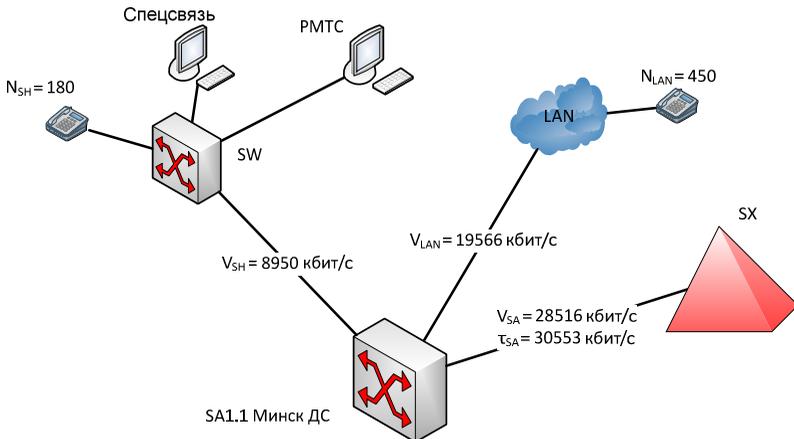


Рисунок 10.9 – Распределение потоков данных коммутатора доступа

10.6.3 Расчет параметров сигнальной сети абонентского концентратора

Для передачи сигнального трафика создается отдельный логический канал, параметры которого необходимо определить. В коммутаторе доступа для обмена сообщениями протокола MEGACO, используемого для управления шлюзами, должен быть предусмотрен транспортный ресурс

$$V_{MEGACO} = k_{sig} \left[y_{AJL} (N_{PSTN} + N_{ISDN} + N_{V5} + N_{PBX}) L_{MEGACO} N_{MEGACO} \right] / 450 = \\ = 5 \cdot [0,468 \cdot (7380 + 720 + 270 + 100) \cdot 150 \cdot 10] / 450 = 66058,279 \text{ бит/с.}$$

Сигнальный трафик в сети передается не равномерным прерывистым потоком, а отдельными блоками в течение всего сеанса связи (см. рисунок 5.13). Таким образом, коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки k_{sig} показывает величину, обратную той части времени, которая отводится из всего сеанса связи для передачи сигнальной информации, и определяется по формуле (5.20). Примем значение $k_{sig} = 5$, что соответствует нагрузке в 0,2 Эрл, то есть одна пятая часть времени сеанса затрачивается на передачу сигнальной информации.

1/450 – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ($8/3600=1/450$), значение 1/90, приведенное ниже, получается при использовании $k_{sig} = 5$, и, следовательно, $5 \cdot 1/450 = 1/90$.

Для передачи сигнальной информации с целью обслуживания вызовов различных типов требуются следующие размеры полосы пропускания:

$$V_{ISDN} = (y_{AJL} N_{ISDN} L_{IUA} N_{IUA}) / 90 = 0,468 \cdot 720 \cdot 155 \cdot 10 / 90 = 5802,522 \text{ бит/с;}$$

$$V_{V5} = (y_{AJL} N_{V5} L_{V5UA} N_{V5UA}) / 90 = 0,468 \cdot 270 \cdot 145 \cdot 10 / 90 = 2035,562 \text{ бит/с;}$$

$$V_{PBX} = (y_{AJL} N_{PBX} L_{IUA} N_{IUA}) / 90 = 0,468 \cdot 100 \cdot 155 \cdot 10 / 90 = 805,906 \text{ бит/с;}$$

$$V_{SH} = (y_{AJL} N_{SH} L_{SH} N_{SH}) / 90 = 0,468 \cdot 180 \cdot 140 \cdot 10 / 90 = 1310,247 \text{ бит/с;}$$

$$V_{LAN} = (y_{AJL} N_{LAN} L_{SH} N_{SH}) / 90 = 0,468 \cdot 450 \cdot 140 \cdot 10 / 90 = 3275,617 \text{ бит/с.}$$

Поток сигнальной информации от шлюзов доступа

$$V_{GW_sig} = V_{MEGACO} + V_{ISDN} + V_{V5} + V_{PBX} = \\ = 66058,279 + 5802,522 + 2035,562 + 805,906 = 74702,268 \text{ бит/с.}$$

Поток сигнальной информации от коммутатора доступа

$$V_{SA_sig} = V_{SH} + V_{LAN} = 1310,247 + 3275,617 = 4585,132 \text{ бит/с.}$$

Общий поток сигнальной информации и требуемый объем канала:

$$V_{AG_sig} = V_{GW_sig} + V_{SA_sig} = 74702,268 + 4585,132 = 79288,132 \text{ бит/с;}$$

$$\tau_{AG_sig} = \frac{79288,132}{0,933} = 84951,570 \text{ бит/с.}$$

Результаты расчетов приведены на рисунке 10.10.

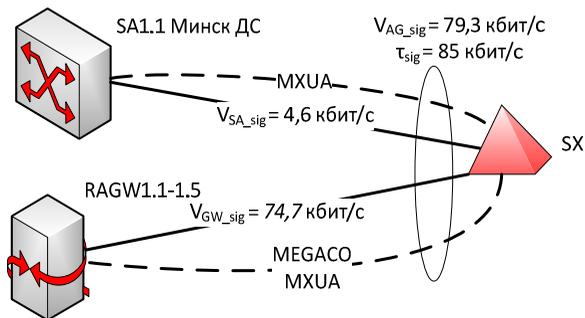


Рисунок 10.10 – Сигнальные потоки абонентского концентратора

10.7 Проектирование распределенного транзитного коммутатора

10.7.1 Расчет параметров транспортного шлюза

Количество транспортных шлюзов определяется из схемы сети, в данном варианте $L = 1$.

Общая нагрузка между сетями ОбТС и ТфОП определена в подразд. 10.5:

$$Y_{L_TG} = Y_{p,\Gamma} = 1391,12 \text{ Эрл.}$$

Найдем необходимое число потоков $E1$ для обслуживания данной нагрузки.

Пользуясь первой формулой Эрланга (см. подразд. 4.4) или одноименным калькулятором, определяем число линий, необходимых для обслуживания данной нагрузки при вероятности потерь $p = 0,001$: $x = 1473$. Это соответствует числу первичных потоков $1473 / 30 = 49,1 \approx 50E1$.

С учетом 20 % запаса число линий увеличивается до $1473 \cdot 1,2 = 1767,6 \approx 1768$. Соответственно требуемое число потоков $E1$ составит

$$N_{L_E1} = x/30 = 1768/30 = 58,93, \text{ округляем до } 60E1.$$

Примечание – Правильно было бы округлить вверх до $59E1$, но требуется учитывать комплектацию шлюза. Например, одна кассета поддерживает $48E1$ в максимальной комплектации, по $2E1$ на плату, то есть количество каналов четное. Таким образом, нам потребуется две кассеты и 30 плат.

Удельная нагрузка на один канал 64 кбит/с в потоке E1 составит

$$y_{E0} = Y_{L_TG} / x = 1391,12 / 1768 = 0,787 \text{ Эрл.}$$

Расчитаем общую нагрузку с учетом резерва, поступающую на транспортный шлюз от АТС ТфОП:

$$Y_{TG} = N_{L_E1} \cdot 30 \cdot y_{E0} = 60 \cdot 30 \cdot 0,787 = 1416,6 \text{ Эрл.}$$

Расчет необходимого транспортного ресурса для передачи пользовательской нагрузки полностью аналогичен расчету, который был приведен в разделе «Проектирование распределенного абонентского концентратора».

Нагрузка обрабатывается разными кодеками:

$$Y_{TG_G.711} = 0,6Y_{TG} = 0,6 \cdot 1416,6 = 849,96 \text{ Эрл;}$$

$$Y_{TG_G.723.11r} = 0,4Y_{TG} = 0,4 \cdot 1416,6 = 566,64 \text{ Эрл.}$$

Требуемое число соединений – соответственно 918; 624.

Транспортный поток на выходе кодека:

$$V_{TG_C_G.711} = xV_{trans_COD_G.711} = 918 \cdot 107,2 = 98409,6 \text{ кбит/с;}$$

$$V_{TG_C_G.723.11r} = xV_{trans_COD_G.723.11r} = 624 \cdot 23,68 = 14776,32 \text{ кбит/с.}$$

Тогда общий транспортный поток

$$V_{TG} = V_{TG_C_G.711} + V_{TG_C_G.723.11r} = 98409,6 + 14776,32 = 113185,92 \text{ кбит/с.}$$

Требуемый объем канала

$$\tau_{TG} = \frac{113185,92}{0,933} = 121270,629 \text{ кбит/с.}$$

Результаты расчетов приведены на рисунке 10.11.

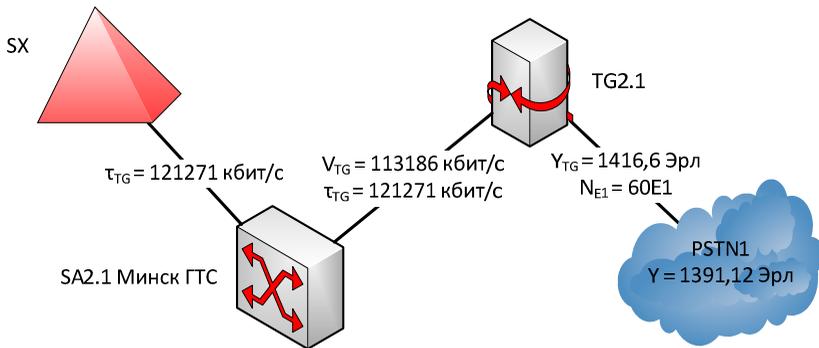


Рисунок 10.11 – Распределение потоков данных коммутатора доступа

10.7.2 Расчет параметров сигнальной сети транзитного коммутатора

Рассчитаем транспортный ресурс, необходимый для передачи сообщений протокола MEGACO:

$$V_{TG_MEGACO} = k_{sig} Y_{TG} L_{MEGACO} N_{MEGACO} / 450 = 5 \cdot 1416,6 \cdot 150 \cdot 10 / 450 = 23610 \text{ бит/с.}$$

Учитывая среднюю длину и количество сообщений протокола MxUA, необходимых для обслуживания одного вызова, определим транспортный ресурс для подключения шлюза к пакетной сети:

$$V_{TG_MXUA} = k_{sig} Y_{TG} L_{MXUA} N_{MXUA} / 450 = 5 \cdot 1416,6 \cdot 160 \cdot 10 / 450 = 25184 \text{ бит/с.}$$

Таким образом, общий транспортный ресурс и требуемый объем канала:

$$V_{TG_sig} = V_{TG_MEGACO} + V_{TG_MXUA} = 23610 + 25184 = 48794 \text{ бит/с;}$$

$$\tau_{TG_sig} = \frac{48794}{0,933} = 52279,286 \text{ бит/с.}$$

Результаты расчетов приведены на рисунке 10.12.

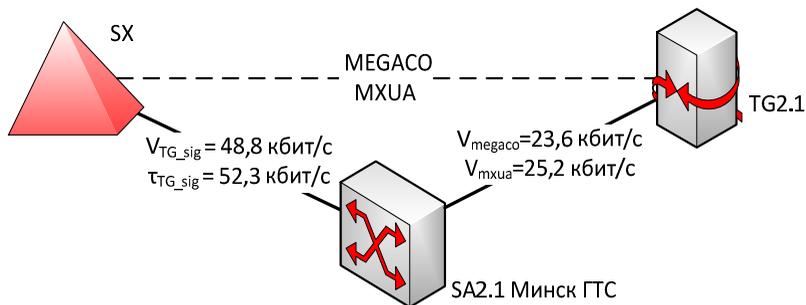


Рисунок 10.12 – Распределение сигнальных потоков распределенного транзитного коммутатора

10.8 Проектирование гибкого коммутатора

10.8.1 Расчет параметров Softswitch для местной сети

Рассчитаем общую интенсивность потока вызовов от источников всех типов, обслуживаемых домом связи отделения дороги и обрабатываемых гибким коммутатором:

$$\begin{aligned} P_{CALL_AG} &= y_{\text{АЛ}} (N_{PSTN} + N_{ISDN} + N_{SH} + N_{V5} + N_{PBX} + N_{LAN}) = \\ &= 0,468 \cdot (7380 + 720 + 180 + 270 + 100 + 450) = 4258,302 \text{ ВЫЗ/ЧНН.} \end{aligned}$$

Нижний предел производительности гибкого коммутатора

$$P_{SX_AG} = y_{\text{АЛ}} (k_{PSTN} N_{PSTN} + k_{ISDN} N_{ISDN} + k_{SH} N_{SH} + k_{V5} N_{V5} + k_{PBX} N_{PBX} + k_{SH} N_{LAN}) =$$

$$= 0,468 \cdot (1,25 \cdot 7380 + 1,75 \cdot 720 + 1,9 \cdot 180 + 2,0 \cdot 270 + 1,75 \cdot 100 + 1,9 \cdot 450) =$$

$$= 5801,118 \text{ выз/ЧНН.}$$

Примечание – Интенсивность нагрузки – это нагрузка за единицу времени. Единица измерения интенсивности нагрузки – Эрланг (Эрл), равная 1 часо-занятию в 1 час. При выборе средней длительности занятия в качестве единицы измерения времени интенсивность нагрузки численно равна интенсивности потоков вызовов.

Интенсивность потока вызовов, поступающих на транспортный шлюз

$$P_{CALL_TG} = 30 N_{l_E1} P_{CH} = 30 \cdot 60 \cdot 0,787 = 1416,6 \text{ выз/ЧНН.}$$

Поскольку транспортный шлюз включен через гибкий коммутатор, а в рассчитываемой нами сети дома связи количество шлюзов $L = 1$, то интенсивность потока вызовов, поступающих на гибкий коммутатор,

$$P_{SX_TG} = P_{L_TG} = 1416,6 \text{ выз/ЧНН.}$$

Проектируемый гибкий коммутатор призван управлять оборудованием всей сети общетехнологической связи отделения, включая и распределенный абонентский концентратор, и транзитный коммутатор.

Предел производительности гибкого коммутатора при обслуживании потока вызовов

$$P_{SX} = P_{SX_AG} + P_{SX_TG} = 5801,1 + 1416,6 = 7217,7 \text{ выз/ЧНН.}$$

Суммарный минимальный транспортный ресурс Softswitch, требуемый для обслуживания вызовов,

$$V_{SX} = \tau_{GW} + \tau_{SA} + \tau_{AG_sig} + \tau_{TG} + \tau_{TG_sig} = 349234,6 + 30552,7 +$$

$$+ 84951,6 / 1000 + 121270,6 + 52279,3 / 1000 = 501195,2 \text{ кбит/с.}$$

Результаты расчетов приведены на рисунке 10.13.

10.8.2 Расчет параметров Softswitch сети дистанции сигнализации

Расчеты, произведенные в предыдущих разделах, учитывали нагрузку только от абонентов местной сети (в пределах города), подключенных к дому связи. Однако гибкий коммутатор обслуживает нагрузку сети всей дистанции сигнализации и связи. Поэтому произведем расчет для всех абонентов указанных в таблице 10.2 за исключением абонентов дома связи.

Общая интенсивность потока вызовов от источников всех типов, обрабатываемых гибким коммутатором,

$$P_{CALL_AG} = y_{\text{АЛ}} (N_{PSTN} + N_{ISDN} + N_{SH} + N_{V5} + N_{PBX} + N_{LAN}) =$$

$$= 0,468 \cdot (4170 + 480 + 100 + 0 + 0 + 300) = 2363,4 \text{ выз/ЧНН.}$$

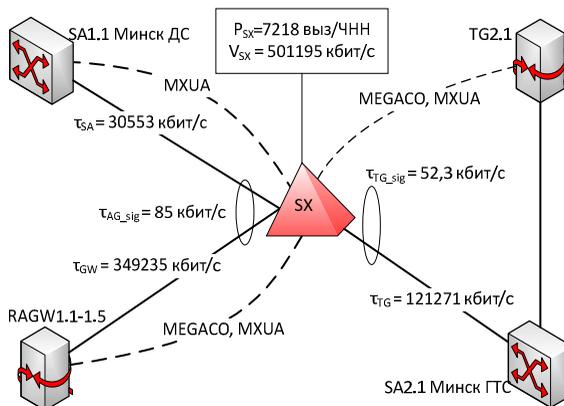


Рисунок 10.13 – Распределение информационных потоков гибкого коммутатора при обслуживании нагрузки от абонентов дома связи

Нижний предел производительности гибкого коммутатора

$$\begin{aligned}
 P_{SX2_AG} &= y_{AL} (k_{PSTN} N_{PSTN} + k_{ISDN} N_{ISDN} + k_{SH} N_{SH} + k_{V5} N_{V5} + k_{PBX} N_{PBX} + k_{SH} N_{LAN}) = \\
 &= 0,468 \cdot (1,25 \cdot 4170 + 1,75 \cdot 480 + 1,9 \cdot 100 + 2,0 \cdot 0 + 1,75 \cdot 0 + 1,9 \cdot 300) = \\
 &= 3188,25 \text{ выз/ЧНН.}
 \end{aligned}$$

Примечание – Как нетрудно заметить, из расчета выпали УПАТС и абонентский концентратор. При этом в некоторых вариантах транспортный шлюз присутствует не только на отделенческой станции. Для них требуется повторить расчет подразд. 10.7 сокращенно, без пояснений.

В данном случае количество шлюзов $L = 0$, следовательно, $P_{SX2_TG} = 0$.

Предел производительности гибкого коммутатора при обслуживании потока вызовов от абонентов отделения дороги за пределами города

$$P_{SX2} = P_{SX2_AG} + P_{SX2_TG} = 3188,25 + 0 = 3188,25 \text{ выз/ЧНН.}$$

Предел производительности гибкого коммутатора при обслуживании всех абонентов отделения дороги

$$P = P_{SX} + P_{SX2} = 7217,7 + 3188,25 = 10405,95 \text{ выз/ЧНН.}$$

Определим суммарный минимальный транспортный ресурс Softswitch, требуемый для обслуживания вызовов от абонентов отделения дороги за пределами города.

Примечание – Мы помним, что в нашем случае интенсивность нагрузки численно равна интенсивности потоков вызовов.

Нагрузка обрабатывается разными кодеками:

$$P_{SX2_G.711} = 0,6 P_{SX2} = 0,6 \cdot 3188,25 = 1912,95 \text{ Эрл;}$$

$$P_{SX2_G.723.11/r} = 0,4 P_{SX2} = 0,4 \cdot 3188,25 = 1275,3 \text{ Эрл.}$$

- для кодека G.711 – $x = 2006$;
- для кодека G.723.1 ИГ – $x = 1355$.

Транспортный поток на выходе кодеков:

$$V_{C_G.711} = xV_{trans_COD_G.711} = 2006 \cdot 107,2 = 215043,2 \text{ кбит/с};$$

$$V_{C_G.723.1 ИГ} = xV_{trans_COD_G.723.1 ИГ} = 1355 \cdot 23,68 = 32086,4 \text{ кбит/с}.$$

Тогда транспортный ресурс Softswitch и требуемый объем канала для обслуживания вызовов абонентов отделения дороги за пределами города:

$$V_{SX2_отд} = V_{C_G.711} + V_{C_G.723.1 ИГ} = 215043,2 + 32086,4 = 247129,6 \text{ кбит/с};$$

$$\tau_{SX2_отд} = \frac{247129,6}{0,933} = 264876,3 \text{ бит/с}.$$

Для передачи сигнальной информации требуются следующие размеры полосы пропускания:

$$V_{MEGACO} = k_{sig} \left[y_{AL} (N_{PSTN} + N_{ISDN} + N_{V5} + N_{PBX}) L_{MEGACO} N_{MEGACO} \right] / 450 =$$

$$= 5 \cdot [0,468 \cdot (4170 + 480 + 0 + 0) \cdot 150 \cdot 10] / 450 = 36270 \text{ бит/с};$$

$$V_{ISDN} = (y_{AL} N_{ISDN} L_{IUA} N_{IUA}) / 90 = 0,468 \cdot 480 \cdot 155 \cdot 10 / 90 = 3868,8 \text{ бит/с};$$

$$V_{SH} = (y_{AL} N_{SH} L_{SH} N_{SH}) / 90 = 0,468 \cdot 100 \cdot 140 \cdot 10 / 90 = 728 \text{ бит/с};$$

$$V_{LAN} = (y_{AL} N_{LAN} L_{SH} N_{SH}) / 90 = 0,468 \cdot 300 \cdot 140 \cdot 10 / 90 = 2184 \text{ бит/с}.$$

Общий поток сигнальной информации и требуемый объем канала:

$$V_{SX2_sig} = V_{MEGACO} + V_{ISDN} + V_{SH} + V_{LAN} =$$

$$= 36270 + 3868,8 + 728 + 2184 = 43050,8 \text{ бит/с};$$

$$\tau_{SX2_sig} = \frac{43050,8}{0,933} = 46142,34 \text{ бит/с}.$$

Суммарный минимальный транспортный ресурс Softswitch, требуемый для обслуживания вызовов абонентов дистанции сигнализации, за исключением дома связи,

$$V_{SX2} = \tau_{SX2_отд} + \tau_{SX2_sig} = 264876,3 + 46142,34 / 1000 = 264922,4 \text{ кбит/с}.$$

Данный поток информации передается по первичной цифровой телекоммуникационной сети связи железной дороги.

Общий транспортный ресурс Softswitch составит

$$V = V_{SX} + V_{SX2} = 501195,2 + 264922,4 = 766117,6 \text{ кбит/с}.$$

10.9 Расчет оборудования сети IMS

10.9.1 Расчет нагрузки на S-CSCF

Вызовы, создаваемые в сети ТФОП, попадают через оборудование шлюзов в сеть IMS, а именно к Softswitch, выполняющему роль MGCF.

Так же, как и S-CSCF, функциональный элемент I-CSCF участвует в соединениях, затрагивающих взаимодействие разнородных сетей. Помимо функций SIP-прокси, он взаимодействует с HSS и SLF, получает от них информацию о местонахождении пользователя и обслуживающем его S-CSCF.

Проведем расчет транспортного ресурса, необходимого для взаимодействия I-CSCF с другими элементами сети. I-CSCF взаимодействует с S-CSCF, с Softswitch (MGCF), а также с P-CSCF и HSS. Взаимодействие с HSS происходит при помощи протокола DIAMETER, что выходит за рамки курсового проектирования.

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и Softswitch,

$$\begin{aligned} V_{ss-s-cscf} &= k_{sig} (L_{sip} N_{sip1} P_{SX_TG}) / 450 = \\ &= 5 \cdot 140 \cdot 10 \cdot 1416,6 / 450 = 22036 \text{ бит/с.} \end{aligned}$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и серверами приложений (AS),

$$\begin{aligned} V_{as-s-cscf} &= k_{sig} (L_{sip} N_{sip2} P_{SX_TG} X\%) / 450 = \\ &= 5 \cdot 140 \cdot 5 \cdot 1416,6 \cdot 0,15 / 450 = 1652,7 \text{ бит/с.} \end{aligned}$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и MRF,

$$\begin{aligned} V_{mrf-s-cscf} &= k_{sig} (L_{sip} N_{sip3} P_{SX_TG} Y\%) / 450 = \\ &= 5 \cdot 140 \cdot 5 \cdot 1416,6 \cdot 0,4 / 450 = 4407,2 \text{ бит/с.} \end{aligned}$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между S-CSCF и I-CSCF,

$$\begin{aligned} V_{i-cscf-s-cscf} &= k_{sig} (L_{sip} N_{sip4} P_{SX_TG}) / 450 = \\ &= 5 \cdot 140 \cdot 10 \cdot 1416,6 / 450 = 22036 \text{ бит/с.} \end{aligned}$$

Тогда общий транспортный ресурс

$$\begin{aligned} V_{s-cscf} &= V_{ss-s-cscf} + V_{as-s-cscf} + V_{mrf-s-cscf} + V_{i-cscf-s-cscf} = \\ &= 22036 + 1652,7 + 4407,2 + 22036 = 50131,9 \text{ бит/с.} \end{aligned}$$

10.9.2 Расчет нагрузки на I-CSCF

Транспортный ресурс между Softswitch и I-CSCF, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов,

$$V_{ss-i-cscf} = k_{sig} (L_{sip} N_{sip5} P_{SX_TG}) / 450 = 5 \cdot 140 \cdot 15 \cdot 1416,6 / 450 = 33054 \text{ бит/с.}$$

Общий транспортный ресурс

$$V_{i-cscf} = V_{ss-i-cscf} + V_{i-cscf-f-s-cscf} = 33054 + 22036 = 55090 \text{ бит/с.}$$

Результаты расчета приведены на рисунке 10.14.

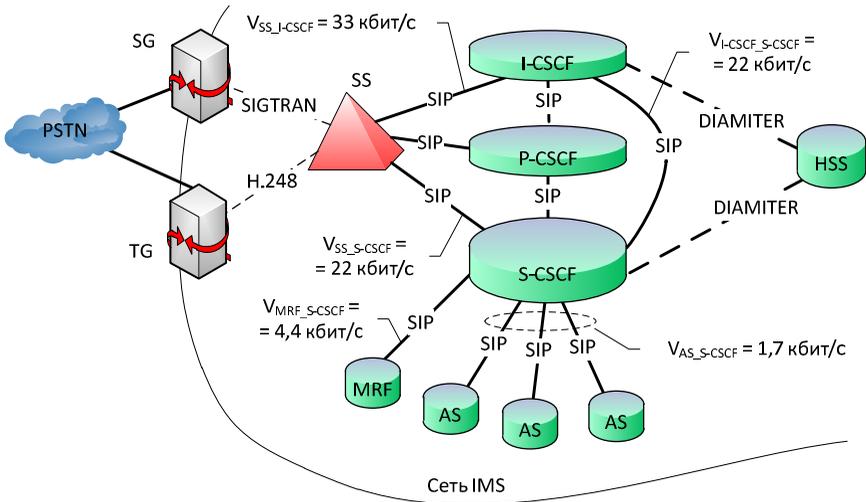


Рисунок 10.14 – Результаты расчета нагрузки на S-CSCF и на I-CSCF

Обратите внимание, что в примере выполнения курсовой работы не были приведены пояснения к формулам, а также не представлены полные спецификации выбираемого оборудования для проектирования сети (разд. 10.4), которые в обязательном порядке должны присутствовать в пояснительной записке при оформлении курсовой работы.

10.10 Разработка плана размещения и электропитания проектируемого оборудования

Стены и потолок должны быть ровными и гладкими, чтобы не накапливалась пыль и для облегчения уборки помещения. Стены и потолок рекомендуется покрыть светлой синтетической акриловой краской.

Пол должен быть ровным и нивелированным. Допустимое отклонение нивелировки пола должно составлять ± 3 мм/м². Пол необходимо покрыть антистатическим материалом во избежание появления ошибок, вызванных статическим электричеством.

Максимальная нагрузка пола должна составлять 9500–10000 Н/м², распределенная нагрузка – 2500 Н/м².

Следует предусмотреть общее и дополнительное освещение помещения. Общее электрическое освещение должно составлять не менее 300 люкс рассеянным светом, измеренное на высоте 1 м от уровня пола.

Электрические цепи для освещения, электропитания выпрямителей и электропитания розеток с заземляющим контактом следует отделить друг от друга, то есть их следует подключить к отдельным предохранителям.

Для электропитания выпрямителей следует проложить кабель сечением 5×4 мм² от главного распределительного ящика 380/220 В до места, где расположен шкаф с выпрямителями (необходимо оставить запас кабеля длиной 2,5 м вне стены на высоте 500 мм от уровня пола).

В помещении необходимо обеспечить температуру от +5 до +40 °С при относительной влажности воздуха 20–80 % (оптимальные условия – 40–60 %).

Электропроводку здания необходимо провести к месту концентрации через кабельный желоб, канал в полу или каким-либо другим способом до главного кросса (вертикальная сторона) и аттестованную электропроводку подключить к штифтам вводных гребенок (2×50 контактные гребенки).

От места, где заканчивается заземление, необходимо протянуть медный провод (канат) сечением 25 мм². Медный провод необходимо закончить кабельным наконечником и механически прикрепить к шине заземления, которая будет расположена на стене недалеко от шкафа электропитания.

Кроме того, следует от корпуса распределительного щита 380/220 В протянуть медный кабель сечением 25 мм² до шины заземления.

Размещение оборудования производится в зависимости от его количества и габаритных размеров (таблица 10.3).

Примечание – В качестве примера выбрано оборудование компании HUAWEI в составе: гибкий коммутатор SoftX3000, универсальный медиашлюз UMG8900, интегрированный шлюз абонентского доступа UA5000.

В помещении будет находиться шесть девятнадцатидюймовых шкафов с проектируемым оборудованием и стойки специализированного оборудования. Кроме того, необходимо предусмотреть площадь под кросс и систему электропитания.

Таблица 10.3 – Габаритные размеры оборудования

Оборудование	Высота, м	Ширина, м	Длина, м
UA5000	1,8	0,6	0,6
UMG8900	1,8	0,6	0,6
SoftX3000	1,8	1,2	0,6

Для размещения проектируемого оборудования принято помещение площадью 25,9 м². Расстояние между оборудованием и стеной принимается равным 1 м, для обеспечения сводного доступа персонала к оборудованию. Расстояние между стойками должно быть 1,5 м. В особых случаях допускается уменьшать расстояние между стойками, но не менее 1,2 м. Для обеспечения информационной безопасности расстояние от коммутационного оборудования до линейного и кроссового должно быть не менее 1,8 м.

План размещения проектируемого оборудования приведен на рисунке 10.15.

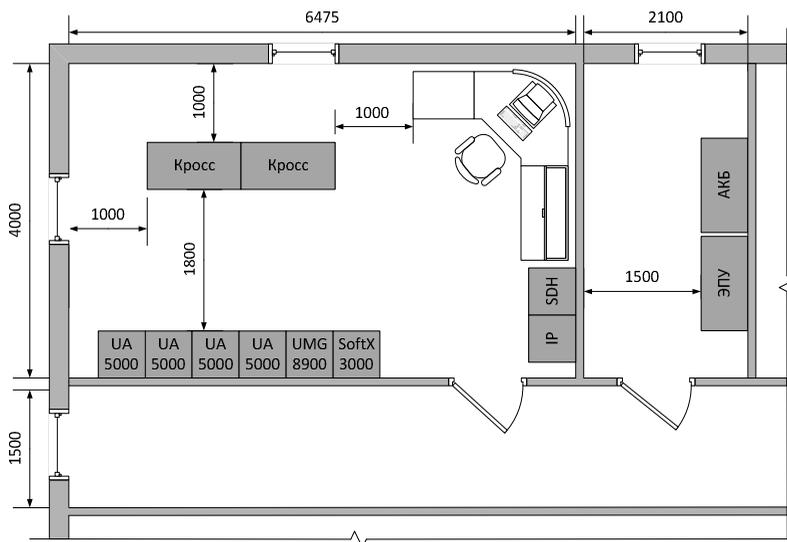


Рисунок 10.15 – План размещения проектируемого оборудования

Например. Система U-SYS использует питание 48 В. UMG8900 использует два источника питания по 48 В постоянного тока. Кабели питания выводятся из статива распределения питания и подключаются к полке распределения питания в верхней части статива N68-22. Таким образом, на полку распределения питания подается напряжение из двух источников питания – 48 В.

При использовании одного источника питания 48 В – необходимо разделить на два его выходное напряжение на клемме ввода полки распределения питания. Полка распределения питания делит два напряжения питания 48 В на шесть выходных напряжений, после чего они подаются на три полки MGW – по два на каждую. Такой подход позволяет резервировать питание полок и гарантирует стабильную и надежную подачу питания. При наличии трех полок MGW в стативе общая потребляемая мощность UMG8900 не превышает 3300 Вт.

10.11 Определение капитальных затрат

Капитальные вложения – это затраты труда, материально-технических ресурсов, денежных средств на воспроизводство основных фондов; это инвестиции (вложения) в основной капитал (основные фонды), в том числе затраты на новое строительство, на расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, проектно-изыскательские работы и другие затраты. Таким образом, капитальные вложения принимаются равными сметной стоимости строительного (модернизируемого) объекта.

Любые проекты, осуществляемые в области капитального строительства и модернизации производства, вначале проходят экспертную проверку, которая представляет собой начальный этап анализа эффективности капитальных вложений.

В процессе проведения экспертной проверки данный проект оценивается в техническом и экономическом плане. С этой целью изучается предварительное технико-экономическое обоснование проекта. В том случае, если в результате предварительного рассмотрения проекта он будет оценен положительно, осуществляется более углубленное проектное исследование, к которому допускаются лишь наиболее эффективные проекты.

Капитальные вложения являются важнейшим экономическим показателем, так как непосредственно характеризуют, во что обходится создание возможности для, например, подключения большего числа новых абонентов к сети передачи данных.

Капитальные затраты на ввод в эксплуатацию участка сети нового оборудования складываются:

- из капитальных вложений на стационарное оборудование;
- капитальных вложений на монтажно-строительные работы, измерения и входной контроль после установки оборудования, определяемых в размере 20 % от стоимости оборудования;
- транспортно-заготовительных расходов, составляющих 4–6 % от стоимости оборудования.

Капитальные затраты, руб., на стационарное оборудование можно определить по формуле

$$K = K_{\text{ст.об}} + K_{\text{м}} + K_{\text{т.з}} = K_{\text{ст.об}} + 0,2K_{\text{ст.об}} + 0,05K_{\text{ст.об}} = 1,25K_{\text{ст.об}},$$

где $K_{\text{ст.об}}$ – капитальные затраты на приобретение оборудования;

$K_{\text{м}}$ – затраты на монтаж оборудования;

$K_{\text{т.з}}$ – транспортно-заготовительные расходы.

Капитальные затраты на приобретение оборудования приведены в таблице 10.4. Пример приведен для оборудования НТЦ «Протей».

Таблица 10.4 – Капитальные затраты на приобретение оборудования

В ценах на январь 2018 г.

Наименование	Количество, шт.	Стоимость, руб.	
		единицы	всего
1 MEA 10-слотовая секция, 19"/ETSII, 6U	1	419,84	419,84
2 Защитная заглушка двойного неза занятого слота для секции MEA	1	4,09	4,09
3 Защитная заглушка неза занятого слота для секции MEA	2	4,72	9,44
4 Плата коммутатора Ethernet для MSAN (MEA 10), 4*GE комбинированных (SFP/RJ-45) порта (без модулей SFP)	2	640,73	1 281,46
5 ПО системы SI3000 MSAN (лицензия на плату коммутатора Ethernet)	2	167,45	334,90
6 Серверная плата MEA – CVJ	2	2 178,76	4 357,52
7 CS, прикладное программное обеспечение (MEA)	1	2 261,95	2 261,95
8 CS, лицензия на управление вызовами, на 1 соед. линию SIGTRAN	60	7,78	466,80
9 CS, Лицензия на 1 VoIP абонента с набором абонентских услуг «VoIP Basic»	2000	4,78	9 560,00
10 CS, Лицензия на 1 VoIP абонента с набором абонентских услуг «VoIP Advanced»	2000	9,63	19 260,00
11 Лицензия на функциональность COPM	1	851,17	851,17
12 COPM, лицензия на интерфейс к центру мониторинга (E1)	1	4 611,08	4 611,08
13 Плата SMG (CMD), 8 E1	2	1 873,11	3 746,22
14 SMG, прикладное программное обеспечение, на 1 SMG	2	387,54	775,08
15 Лицензия на речевой канал SS7/DSS1, для SMG, на канал	60	5,72	343,20
16 Лицензия на сигнальный канал SS7, для SMG, на канал	2	367,19	734,38
17 SMG, базовая лицензия на речевые сообщения автоответчика, на каждый канал речевых сообщений автоответчика	30	3,23	96,90
18 SMG, лицензия на канал медиасервера, на канал	37	7,78	287,86
19 SMG, лицензия SMG на функциональность LI/COPM, на SMG	1	1 010,32	1 010,32
20 Маршрутизатор Cisco 2811, карта HWIC-1CE1T1-PRI, БП, кабель	1	2 496,66	2 496,66
21 LCD монитор 22 дюйма	1	147,07	147,07
22 Сервер начального уровня: 1*QC E3-1230 3.20Ghz 8GB RAM 2*500GB HDD dual power, dual port GB NIC, tower, no OS	1	1 149,67	1 149,67
23 SI3000 MN, прикладное программное обеспечение (для ОС Linux)	1	723,41	723,41
24 Функция лицензирования типа Master SI3000 MNS для сетевых элементов CS и MN	1	186,86	186,86

Окончание таблицы 10.4

Наименование	Количество, шт.	Стоимость, руб.	
		единицы	всего
25 Услуга инсталляции CentOS Linux OS	1	62,52	62,52
26 MN, лицензия на управление NE (CS, SMG, AS, AGW) и MPS	4	23,46	93,84
27 MN, лицензия на управляемый NE доступа (платы шлюза доступа)	2	3,56	7,12
28 MN, лицензия на управляемый порт (абонентских линий, соединительных линий, ШПД)	480	0,48	230,40
29 Блок DC распределения FRS с сервисной розеткой без контрольного блока ETS 1	1	111,38	111,38
30 Шкаф стандарта ETSI, ВхШхГ 2200×600×300 мм	1	274,75	274,75
31 Перфорированная крышка для шкафа ETSI, 250 мм	6	8,21	49,26
32 Перфорированная крышка для шкафа ETSI, 100 мм	1	8,65	8,65
33 Базовый монтажный набор (B)	1	65,46	65,46
34 Базовый монтажный набор для заземления 15 м/16 мм ²	1	44,05	44,05
35 Кабельный желоб (3000×257)	1	93,22	93,22
36 Симметричный кабель DDF, 32 пары, 16 E1, в обмотке, используется для периферийных плат CMx	2	58,70	117,40
37 Кабель UTP (1 м)	20	0,49	9,80
38 Документация пользователя SI3000-COPM, бумага	1	3,74	3,74
39 Документация пользователя SI3000 MSCN, диск	1	17,76	17,76
40 Документация пользователя SI3000 MNS, диск	1	17,76	17,76
41 Инструкция по монтажу	1	96,67	96,67
Всего		20 411,40	56 419,66

Таким образом, стоимость Softswitch и всех комплектующих для его установки составляет

$$K_{\text{ст.об}} = 56419,66 \text{ руб.}$$

Исходя из этого, затраты на монтаж оборудования

$$K_{\text{м}} = 56419,66 \cdot 0,2 = 11283,93 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы

$$K_{\text{т.з}} = 56419,66 \cdot 0,05 = 2820,98 \text{ руб.}$$

Суммарные капитальные затраты составят

$$K = 56419,66 + 11283,93 + 2820,98 = 70524,57 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости – это время, требуемое для покрытия начальных инвестиций за счет чистого денежного потока, генерируемого инвестиционным проектом.

Срок окупаемости капиталовложения в годах равняется чистой сумме капиталовложения, деленной на среднегодовой приток наличности в связи с данной инвестицией. Этот параметр позволяет разделять проекты на долгосрочные и краткосрочные и дает некоторое представление о степени риска.

$$T = K/D,$$

где T – срок окупаемости;

K – сумма капиталовложений, направленных на реализацию проекта;

D – сумма чистого денежного дохода за один период (один год).

Однако необходимо учитывать то, что мы разрабатываем сеть ОБТС железной дороги. Данная связь предназначена для переговоров работников, абонентская плата в этом случае начисляться не будет. Точнее, будет списана как внутренние расходы, которые распределятся на стоимость грузоперевозок. Таким образом, доход будет получен только от квартирного сектора и сторонних организаций.

Например, если из 4000 абонентов квартирный сектор составляет 25 %, то количество абонентов, пользующихся услугой VoIP, составляет 1000 человек.

Из них $a_1 = 700$ абонентов с набором абонентских услуг «VoIP Basic» и $a_2 = 300$ абонентов с набором услуг «VoIP Advanced».

Средняя абонентская плата набора абонентских услуг «VoIP Basic» составляет $b_1 = 5,00$ руб./мес., а набора «VoIP Advanced» – $b_2 = 8,00$ руб./мес. Стоимость подключения терминала (услуги) – $c = 13,50$ руб.

Стоимость подключения абонентов

$$A = (a_1 + a_2) c = (700 + 300) \cdot 13,50 = 13500,00 \text{ руб.}$$

Ежемесячная абонентская плата для абонентов a_1 и a_2 :

$$B_1 = a_1 b_1 = 700 \cdot 5,00 = 3500,00 \text{ руб.};$$

$$B_2 = a_2 b_2 = 300 \cdot 8,00 = 2400,00 \text{ руб.}$$

Сумма чистого денежного дохода за один период

$$D = A + (B_1 + B_2) \cdot 12 = 13500,00 + (3500,00 + 2400,00) \cdot 12 = 84300,00 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составит

$$T = 70524,57/84300,00 = 0,837 \text{ года} \approx 10 \text{ мес.}$$

Исходя из приведенных выше подсчетов, можно сделать вывод о том, что данный проект относится к разряду быстрокупаемых – срок окупаемости составляет примерно 10 месяцев.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

100VG- ANYLAN	100 Mbit/s Voice Grade Any LAN	Технология для обеспечения скорости 100 Мбит/с в сетях Ethernet и Token Ring на основе витой пары или оптоволокна
AAA	Authentication, Authorization, Accounting	Протоколы описания процесса предоставления доступа и контроля над ним
AAL	ATM Adaptation Layer	Уровень адаптации ATM
AAL1	ATM Adaptation Layer 1	Уровень адаптации ATM 1
AAL2	ATM Adaptation Layer 2	Уровень адаптации ATM 2
AAL3/4	ATM Adaptation Layer 3/4	Уровень адаптации ATM 3/4
AAL5	ATM Adaptation Layer 5	Уровень адаптации ATM 5
A- BGF/BAS	Access Border Gateway Function / Broadband Access Switch	Граничный шлюз широкополосного доступа в сети IMS
ABR	Available Bit Rate	Доступная битовая скорость
ABT DT	ATM Block Transfer with Delaved Transmission	Перенос блока ATM с задержкой
ABT IT	ATM Block Transfer with Immediate Transmission	Немедленный перенос блока ATM
AGW	Access Gateway	Шлюз доступа
AN	Application Node	Прикладной узел
API	Application Programming Interfa ce	Интерфейс программирования приложений
ARP	Address Resolution Protocol	Протокол распознавания адреса
AS	Application Server	Сервер приложений
ASN.1	Abstract Syntax Notation One	Описание абстрактного синтаксиса
ASP	Application Server Process	Процесс обработки прикладного сервера
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Асинхронный режим передачи
ATMARP	ATM Address Resolution Protocol	Протокол распознавания адресов ATM
BGCF	Breakout Gateway Control Function	Функция управления пограничными шлюзами
BGMP	Border Gateway Multicast Protocol	Протокол широковещательной пограничной маршрутизации
BGP	Border Gateway Protocol	Протокол пограничной маршрутизации

BICC	Bearer Independent Call Control	Протокол управления вызовом, независимый от услуг доставки информации
B-ICI	B-ISDN Inter Carrier Interface	Межоператорский интерфейс B-ISDN
B-ISUP	Broadband Integrated Service User Part	Подсистема пользователя широкополосной сети с интеграцией служб
BSSAP	Base Station System Application Part	Прикладная часть подсистемы базовых станций GSM
CAC	Connection Admission Control	Управление установлением соединения
CAMEL	Customised Applications for Mobile networks Enhanced Logic	Набор стандартов, реализующих интеллектуальные услуги в мобильных сетях
CBR	Constant Bit Rate	Постоянная битовая скорость
CDDI	Cable Distributed Data Interface	Кабельный распределенный интерфейс данных
CDMA	Code Division Multiple Access	Метод множественного доступа с кодовым разделением
CDV	Cell Delay Variation	Вариации задержки ячеек
CDVT	Cell Delay Variation Tolerance	Допустимое отклонение времени задержки ячеек
CELP	Code Excited Linear Prediction	Линейное предсказание с кодовым возбуждением
CER	Cell Error Ratio	Отношение числа ячеек с ошибками к общему числу переданных ячеек
CES	Circuit Emulation Service	Услуга эмуляции каналов
CIC	Circuit Identification Code	Номер разговорного канала
CLR	Cell Loss Ratio	Коэффициент потерь ячеек
CMR	Cell Misinsertion Rate	Доля ячеек, принимаемых не по адресу назначения
CoS	Class of Service	Класс обслуживания
CPL	Common Public License	Лицензия на свободное ПО, разработанная IBM
CS- ACELP	Conjugate-Structure Algebraic CELP	Объединенный алгоритм алгебраического линейного предсказания с кодовым возбуждением
CSCF	Call Session Control Function	Элемент с функциями управления сеансами и маршрутизацией
CSN	Circuit Switched Network	Сеть с коммутацией каналов
CTD	Cell Transfer Delay	Время задержки переноса ячеек
DBR	Deterministic Bit Rate	Детерминированная скорость передачи
DiffServ	Differentiated Services	Дифференцированное обслуживание

DPC	Destination Point Code	Код пункта назначения
DSA	Directory System Agent	Системный агент директории
DSCP	Differentiated Service Code Point	Код дифференцированной услуги
DSI	Open System Interconnection	Модель взаимодействия открытых систем
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Мультиплексор доступа цифровой абонентской линии
DSS2	Digital Subscriber Signalling System № 2	Система сигнализации по цифровой абонентской линии № 2
DTMF	Dual Tone Multifrequency	Двухтональная многочастотная сигнализация
DUA	Directory User Agent	Агент пользователя директории
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution	Цифровая технология беспроводной передачи данных для мобильной связи
EDSS1	European Digital Subscriber Signalling №1	Европейская система сигнализации по цифровой абонентской линии №1
EFR	Enhanced Full Rate	Улучшенная схема кодирования речи
EGP	Exterior Gateway Protocol	Протокол внешних шлюзов
ENUM	Electronic Number Mapping System	Электронная система отображения номеров
ETSI	European Telecommunication Standard Institute	Европейский институт стандартов в области связи
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	Оптоволоконный распределенный интерфейс данных
FR	Frame Relay	Ретрансляция кадров
FRAD	Frame Relay Access Device	Устройство доступа к сетям Frame Relay
FTP	File Transfer Protocol	Протокол передачи файлов
GCRA	Generic Cell Rate Algorithm	Обобщенный алгоритм контроля скорости ячеек
GERAN	GSM EDGE Radio Access Network	Опорная сеть радиодоступа, сегмент сети GSM
GGSN	Gateway GPRS Support Node	Шлюзовой узел поддержки GPRS
GIB	Gateway Information Base	Информационная база шлюзов
GK	Gatekeeper	Привратник
GPRS	General Packet Radio Service	Пакетная радиосвязь общего пользования
GSM	Global System for Mobile	Глобальная сотовая система цифровой радиосвязи
GSN	Gateway Service Node	Шлюзовой обслуживающий узел
GW	Gateway	Шлюз
HFC	Hybrid Fiber Coax	Гибридная оптико-коаксиальная сеть

HLR	Home Location Register	Системы учета местоположения абонентов
HSPA	High Speed Packet Access	Технология высокоскоростной передачи данных в сетях сотовой связи стандарта UMTS
HSS	Home Subscriber Server	Сервер домашних абонентов
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Протокол передачи гипертекстовых сообщений
IAD	Integrated Access Device	Интегрированное устройство доступа
IBCF	Interconnection Border Control Function	Функция пограничного взаимодействия
ICMP	Internet Control Message Protocol	Протокол управляющих сообщений в Интернет
IDRP	Inter-Domain Routing Protocol	Протокол междоменной маршрутизации промежуточных систем
IETF	Internet Engineering Task Force	Группа инженерных проблем Интернет
IGRP	Interior Gateway Routing Protocol	Протокол маршрутизации внутреннего шлюза
IMA	Inverse Multiplexing over ATM	Инверсное ATM-мультиплексирование
IM-MGW	IM Media Gateway	Шлюз среды IP-мультимедиа между IMS и CS доменами
IMS	IP Multimedia Subsystem	Концепция мультимедийной IP-ориентированной подсистемы связи
IM-SSF	IP Multimedia – Service Switching Function	Сервер коммутации услуг в IMS, служит для возможности использования услуг CAMEL
INAP	Intelligent Network Application Protocol	Прикладной протокол Интеллектуальной сети
InATMA RP	Inverse ATM Address Resolution Protocol	Инверсный протокол распознавания адресов ATM
IntServ	Integrated Services	Интегрированное обслуживание
IP	Internet Protocol	Протокол Интернет
IPDC	IP Device Control	Протокол управления устройствами сети IP
IPOP	IP-over-P2P	Программно поддерживаемая виртуальная сеть (VPN)
IPSP	IP Signalling Point	Пункт сигнализации IP
IPX	Internetwork Packet Exchange	Межсетевой протокол обмена пакетами
ISC	International Softswitch Consortium	Международный Softswitch-консорциум

ISDN	Integrated Service Digital Network	Цифровая сеть с интеграцией служб
ISN	Interface Service Node	Узел обслуживания интерфейса
ISUP	ISDN User Part	Подсистема пользователя цифровой сети с интеграцией служб
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standartisation Sector	Сектор Международного Союза Электросвязи, разрабатывающий рекомендации в области телекоммуникаций
IUA	ISDN Q.921 User Adaptation	Протокол адаптации сигнализации пользователя ISDN
IVR	Interactive Voice Response	Система предварительно записанных голосовых сообщений
JAIN	Java Advanced Intelligent Network	Java API для интегрированных сетей
LAN	Local Area Network	Локальная сеть
LANE	LAN Emulation	Эмуляция локальной сети
LAP	Link Access Protocol	Протокол доступа к каналу связи
LAP-D	Link Access Protocol-D	Протокол доступа к каналу D
LAP-V5	Link Access Protocol-V5	Протокол доступа к каналу V5
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol	Протокол упрощенного доступа к директориям
LD-CELP	Low Delay CELP	Линейное предсказание с кодовым возбуждением с малой задержкой
LDP	Label Distribution Protocol	Протокол распространения меток
LER	Label Edge Router	Пограничный маршрутизатор сети MPLS
LIB	Label Information Base	Информационная база меток
LIS	Logical IP Subnet	Логическая подсеть IP
LLC	Logical Link Control	Управление логическим звеном (метод инкапсуляции)
LS	Location Server	Сервер местонахождения
LSA	LinK-State Advertisement	Информация о состоянии канала
LSR	Label Switching Router	Маршрутизатор коммутации по меткам
LTE	Long Term Evolution	Долговременное развитие, часто обозначается как 4G LTE
M2PA	MTP2 Peer-to-Peer Adaptation Layer	Уровень адаптации сигнализации MTP2 между одноранговыми системами
M2UA	MTP2 User Adaptation Layer	Уровень адаптации сигнализации пользователя MTP2
M3UA	MTP3 User Adaptation Layer	Уровень адаптации сигнализации пользователя MTP3
MAC	Media Access Control	Управление доступом к среде
MAN	Metropolitan Area Network	Сеть масштаба города

MAP	Mobile Application Part	Подсистема пользователя мобильной связи
MBS	Maximum Burst Size	Максимальная длина пакета ячеек
MCD	Malicious Call Identification	Идентификация злонамеренного вызова
MCR	Minimum Cell Rate	Минимальная скорость передачи ячеек
MEGACO	MEdia GAteway Control protocol	Протокол управления транспортными шлюзами
MFR	Multifunction Resource	Сервер управления коллективными соединениями
MG	Media Gateway	Транспортный шлюз
MGC	Media Gateway Controller	Контроллер транспортного шлюза
MGCF	Media Gateway Control Function	Сервер управления транспортными шлюзами
MGCP	Media Gateway Control Protocol	Протокол управления транспортными шлюзами
MIPS	Millions of Instructions Per Second	Миллионов инструкций в секунду (скорость обработки данных)
MOS	Mean Opinion Score	Усредненное совокупное мнение
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Многопротокольная коммутация по меткам
MP-MLQ	Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization	Многоимпульсное квантование по максимальному подобию
MPOA	Multi-Protocol switching Over ATM	Многопротокольная коммутация поверх ATM
MRB	Media Resource Broker	Брокер медиаресурсов
MRFC	Media Resource Function Controller	Контроллер процессора ресурсов мультимедиа
MRFP	Media Resource Function Processor	Функция процессора ресурсов мультимедиа
MSC	Mobile Switching Center	Центр коммутации для мобильных абонентов
MTP	Message Transfer Part	Подсистема передачи сообщений ОКС7
MTP2	Message Transfer Part level 2	Протокол канального уровня подсистемы МТР ОКС7
MTP3	Message Transfer Part level 3	Протокол сетевого уровня подсистемы МТР ОКС7
MxUA	MTPx User Adaptation Layer	Уровень адаптации протоколов МТР (МТР2 или МТР3)
NASS	Network Attachment Subsystem	Система присоединения к сети
NGN	Next Generation Network	Сеть следующего поколения
NMS	Network Management System	Система управления сетью
NNI	Network-to-Network Interface	Интерфейс «сеть-сеть»
NNTP	Network News Transfer Protocol	Протокол передачи сетевых новостей

nrtVBR	non-real time Variable Bit Rate	Переменная скорость передачи без режима реального времени
OEM service	Service of Original equipment manufacturer	Обслуживание производителя оригинального оборудования
OPC	Originating Point Code	Код исходящего пункта сигнализации
OSA	Open Service Access	Платформа с открытой сервисной архитектурой
OSA-SCS	Open Service Access – Service Capability Server	Сервер, который обеспечивает интерфейс к услугам на OSA
OSP	Open Settlement Protocol	Открытый протокол взаиморасчетов
OSPF	Open Shortest Path First	Протокол выбора кратчайшего пути
OSS	Online Service System	Сетевая система обслуживания
PCR	Peak Ceil Rate	Пиковая скорость передачи ячеек
PDG	Packet Data Gateway	Пакетный шлюз сети IMS
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	Плезиохронная цифровая иерархия
PHB	Per-Hop Behavior	Поведение пакета на переходе
PNNI	Private Network-to-Network Interface	Интерфейс между частными сетями ATM
POTS	Plane Old Telephone System	Стандартная телефонная служба
PPP	Point-to-Point Protocol	Двухточечный протокол взаимодействия между узлами
PrUI	Private User Identity	Закрытый идентификатор пользователя
PSS1	Private Signalling System №1	Частая система сигнализации №1
PuUI	Public User Identity	Публичный идентификатор пользователя
PVC	Permanent Virtual Circuit	Постоянный виртуальный канал
QAM&P	Operation. Administration. Maintenance and Provisioning	Эксплуатация, администрирование, техническое обслуживание и предоставление информации для обслуживания вызова
QoS	Quality of Service	Качество обслуживания
QSIG	Signalling at the Q Reference Point	Сигнализация в эталонной точке Q (аналог DSS1 для равноправных объектов)
RACS	Resource and Admission Control Subsystem	Подсистема управления доступом и ресурсами
RAGW	Residential Access Gateway	Резидентный шлюз доступа
RAN	Radio Access Network	Сеть радиодоступа
RANAP	Radio Access Network Application Part	Подсистема пользователя радиодоступа
RAS	Remote Access Server	Сервер удаленного доступа
RIP	Routing Information Protocol	Протокол информации маршрутизации
RPC	Remote Procedure Calling	Удаленный вызов процедуры
RSVP	Resource Reservation Protocol	Протокол резервирования ресурсов

RTCP	Real-time Control Protocol	Протокола управления передачей в режиме реального времени
RTP	Real-time Transport Protocol	Протокол передачи реального времени
rtVBR	real-time Variable Bit Rate	Переменная скорость передачи в режиме реального времени
SAR	Segmentation And Reassembly	Процедура сегментации и повторной сборки
SBR	Statistic Bit Rate	Статистическая скорость передачи
SBC	Session Border Controller	Пограничный контроллер сессий
SCCP	Signaling Connection Control Part	Подсистема управления соединениями сигнализации
SCEP	Service Creation Environment Point	Узел создания услуг в ИС
SCIM	Service Capability Interaction Manager	Управление взаимодействием плоскости приложений и ядра IMS
SCP	Service Control Point	Узел управления услугами
SCR	Sustainable Cell Rate	Поддерживаемая скорость передачи ячеек
SCTP	Stream Control Transmission Protocol	Протокол передачи информации управления потоком
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Синхронная цифровая иерархия
SDP	Session Description Protocol	Протокол описания сеанса связи
SDP	Service Data Point	Узел базы данных услуг в ИС
SECBR	Severely-Errored Cell Block Ratio	Коэффициент ошибочных блоков
SG	Signalling Gateway	Сигнальный шлюз
SGCP	Signaling Gateway Control Protocol	Протокол управления шлюзами сигнализации
SGSN	Serving GPRS Support Node	Узел обслуживания абонентов пакетной сети передачи данных сетей GSM и UMTS для технологий GPRS, EDGE, HSPA
SIGTRAN	SIGnalling TRANsmission	Технология передачи информации сигнализации ТфОП через пакетную сеть
SIP	Session Initiation Protocol	Протокол инициирования сеанса связи
SIP AS	SIP Application Server	Сервер приложений для услуг, базирующихся на протоколе SIP
SIP-T	Session Initiating Protocol for Telephones	Протокол согласования традиционной телефонной сигнализации с сигнализацией SIP
SLF	Subscriber Location Function	Функция определения местоположения абонента
SLIP	Serial Line Internet Protocol	Передача протокола IP по последовательной линии

SLP	Service Location Protocol	Протокол определения местонахождения услуги
SLS	Service Level Specifications	Спецификация уровня обслуживания
SMP	Service Management Point	Узел менеджмента услуг в ИС
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	Простой протокол почтовой связи
SN	Service Node	Обслуживающий узел (узел служб)
SNAP	Sub-Network Access Protocol	Протокол доступа подсети
SNMP	Simple Network Management Protocol	Простой протокол управления сетью
SPVC	Smart Permanent Virtual Circuit	Интеллектуальный постоянный виртуальный канал
SSF	Service Switching Function	Функция коммутации услуг в ИС
SSP	Service Switching Point	Узел коммутации услуг в ИС
STM	Synchronous transport module	Синхронный транспортный модуль
STP	Signalling Transfer Point	Пункт транзита сигнализации
SVC	Switched Virtual Circuit	Коммутируемый виртуальный канал
SX	Softswitch	Гибкий коммутатор
TAS	Telephony Application Server	Сервер телефонных приложений в IMS
TBGP	IP Telephony Border Gateway Protocol	Протокол граничного шлюза сети IP-телефонии
TCAP	Transaction Capability Application Part	Прикладная подсистема возможностей транзакций
TCP	Transmission Control Protocol	Протокол управления передачей
TDM	Time Division Multiplexing	Мультиплексирование с временным разделением каналов
TGW	Trunking gateway	Транкинговый шлюз
TLV	Tag-Length-Value	Метка-длина-значение (формат данных)
TM	Traffic Management	Управление трафиком
ToS	Type of Service	Тип обслуживания
TrGW	Transition Gateway	Шлюз сопряжения (транзитный), взаимодействие между IP-сетями
TRIP	Telephony Routing over IP	Маршрутизация телефонных вызовов через сеть IP
TSN	Transit Service Node	Транзитный обслуживающий узел
TTL	Time To Life	Время жизни пакета
TE	Terminal Equipment	Терминальное оборудование
UBR	Unspecified Bit Rate	Неспецифицированная скорость передачи
UDP	User Datagram Protocol	Протокол передачи пользовательских дейтаграмм
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Универсальная мобильная телекоммуникационная система
UNI	User-to-Network Interface	Интерфейс «пользователь-сеть»

UPC	Usage Parameter Control	Управление используемыми параметрами трафика и QoS
URI	Uniform Resource Identifier	Унифицированный (единообразный) идентификатор ресурса
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network	Наземная сеть радиодоступа стандарта UMTS
V5UA	V5.2 User Adaptation Layer	Протокол адаптации сигнализации пользователя сети доступа V5.2
VAD	Voice Activity Detector	Детектор активности речевого сигнала
VBR	Variable Bit Rate	Переменная битовая скорость
VC	Virtual Circuit	Виртуальный канал
VCI	Virtual Circuit Identifier	Идентификатор виртуального канала
VoATM	Voice over ATM	Технология передачи голоса по сетям ATM
VoIP	Voice over IP	Технология передачи голоса по сетям IP
VPI	Virtual Path Identifier	Идентификатор виртуального пути
VPN	Virtual Private Network	Виртуальная частная сеть
WAG	Wireless Access Gateway	Шлюз беспроводного доступа сети IMS
WAN	Wide Area Network	Глобальная сеть
WFO	Weignted Fair Queuing	Взвешенный алгоритм равномерного обслуживания очередей
WRED	Weignted Random Early Detection	Взвешенный алгоритм произвольного раннего обнаружения
xDSL	Digital Subscriber Line	Цифровая абонентская линия x – разновидность технологии
XML	Extensible Markup Language	Расширяемый язык разметки (технология изготовления Web-страниц)
xUA	x User Adaptation	Адаптация сигнальных протоколов в SIGTRAN
2BCK	Сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам	
АДИКМ	Адаптивная импульсно-кодовая модуляция	
АСР	Автоматизированная система расчетов	
АТС	Автоматическая телефонная станция	
АЦП	Аналого-цифровое преобразование	
ДВО	Дополнительные виды обслуживания	
ИКМ	Импульсно-кодовая модуляция	
ИСС	Интеллектуальная сеть связи	
ЛВС	Локальная вычислительная сеть	
МККТТ	Международный Консультативный Комитет по телефонии и Телеграфии	
МСЭ-Т	Международный Союз Электросвязи – телефония	
ОКС 7	Общий канал сигнализации № 7	

ОПС	Опорная станция
ОПТС	Опорно-транзитная станция
ОС	Оконечная станция
ПО	Программное обеспечение
РАТС	Районная АТС
СД	Сеть доступа
СПД	Сеть передачи данных
СПС	Сеть подвижной связи
СТС	Сельская телефонная сеть
ТОиЭ	Техническое обслуживание и эксплуатация
ТС	Транзитная станция
ТУ	Транзитный узел
ТфОП	Телефонная сеть общего пользования
УПАТС	Учрежденческо-производственная АТС
УС	Узловая станция
ЦС	Центральная станция
ЦСИС	Цифровая сеть с интеграцией служб

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конвергенция сетей связи и передачи данных ведет к образованию единого мультисервисного информационного пространства. Поэтому чем дальше мы заглядываем в будущее, тем меньше шансов обнаружить в этом будущем телефонные сети в традиционном смысле этого термина.

Современное развитие систем коммутации направлено на переход к системам с коммутацией пакетов. В области построения перспективных сетей получила общее признание концепция сети следующего поколения NGN.

Становится ясно, что перспективная сеть ОбТС должна стать частью сети NGN. Последняя должна представлять собой технологическую сеть связи железнодорожного транспорта, предоставляющую разные услуги своим пользователям: речевые, в том числе мобильная связь, видео и передача данных, с возможностью доступа к сети общего пользования.

Процесс конвергенции сети ОбТС с сетью с коммутацией пакетов во многом зависит от существующего состояния сети ОбТС. На сети ОбТС-П должны сохраниться магистральный и дорожный уровни иерархии. Внутри железной дороги должны быть образованы районы, в каждом из которых используется единая 5-значная нумерация. В частности, один район может совпадать с одним отделением железной дороги.

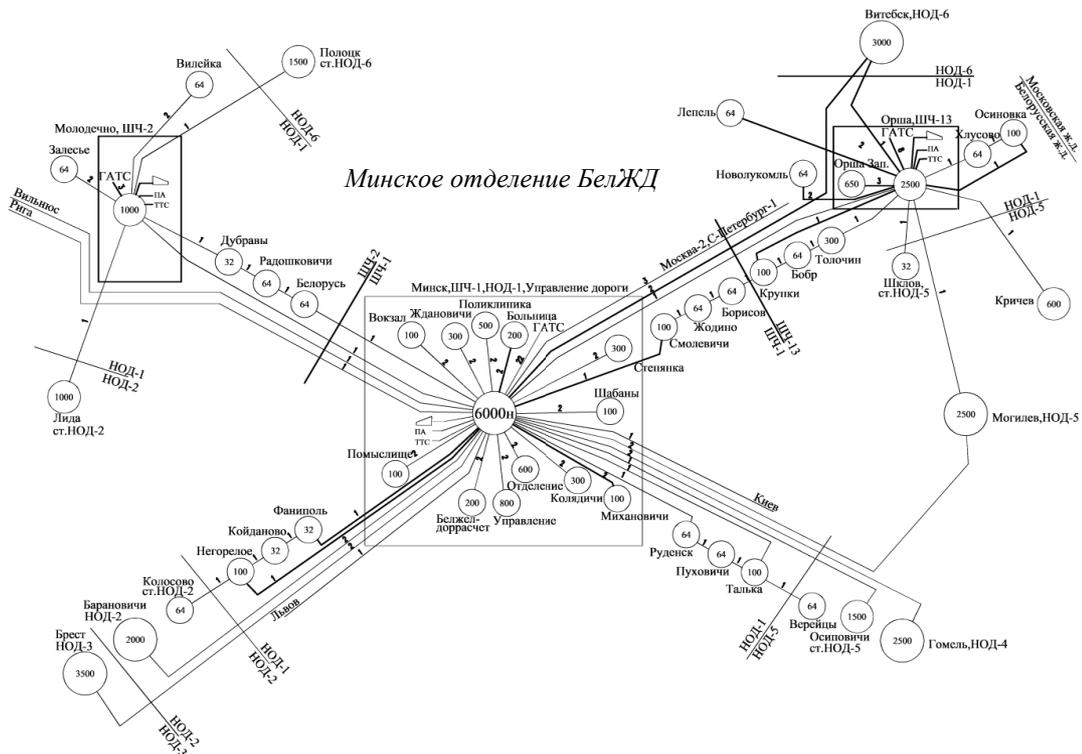
Предоставление разнообразных услуг на базе единой пакетной сети NGN требует гибкой поддержки качества этих услуг. Поэтому основной проблемой сегодняшнего дня становится проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание сети ОбТС следующего поколения, а также обеспечение ее бесперебойного функционирования при заданных показателях качества и надежности.

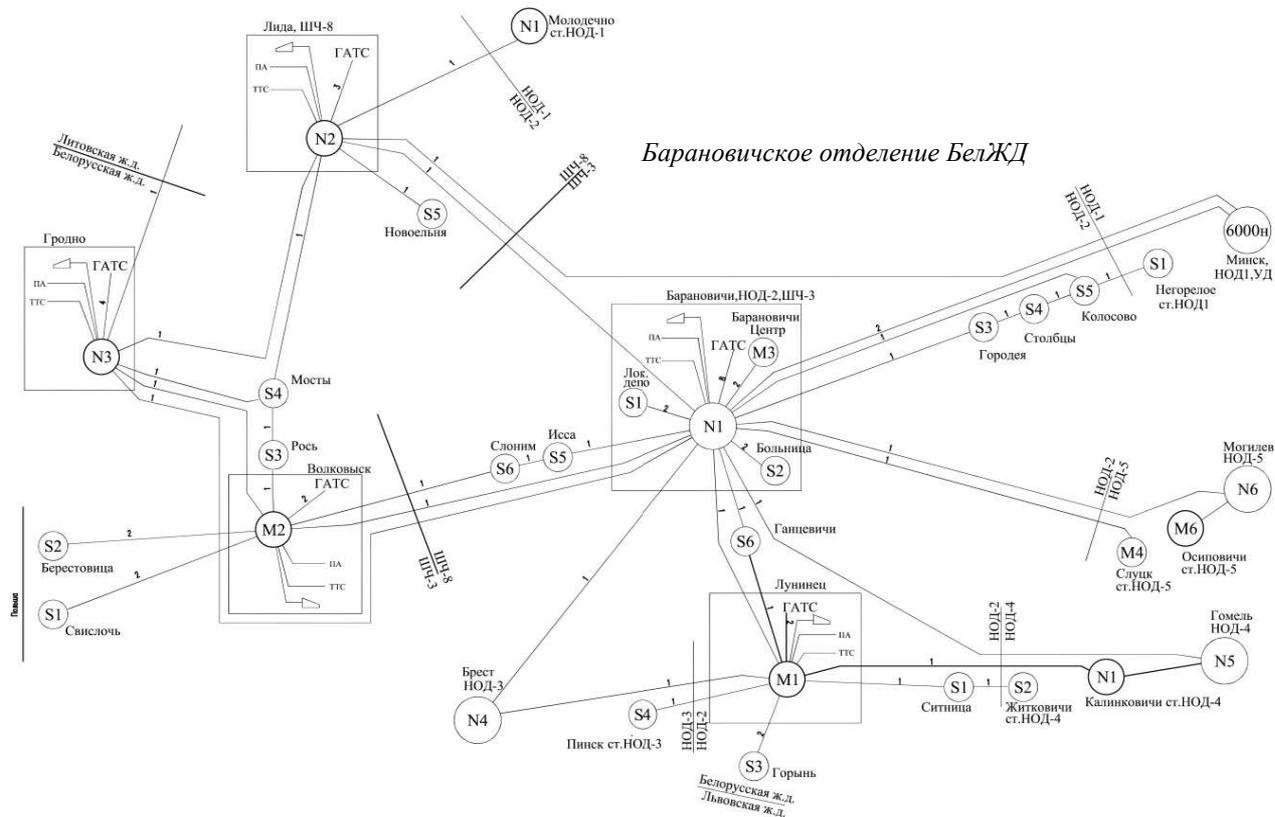
В данном пособии рассмотрена концепция построения сетей на базе IMS/Softswitch, их архитектура, основные функции и протоколы. А также основные вопросы расчета и проектирования элементов технологических сетей связи следующего поколения NGN/IMS для участка железной дороги.

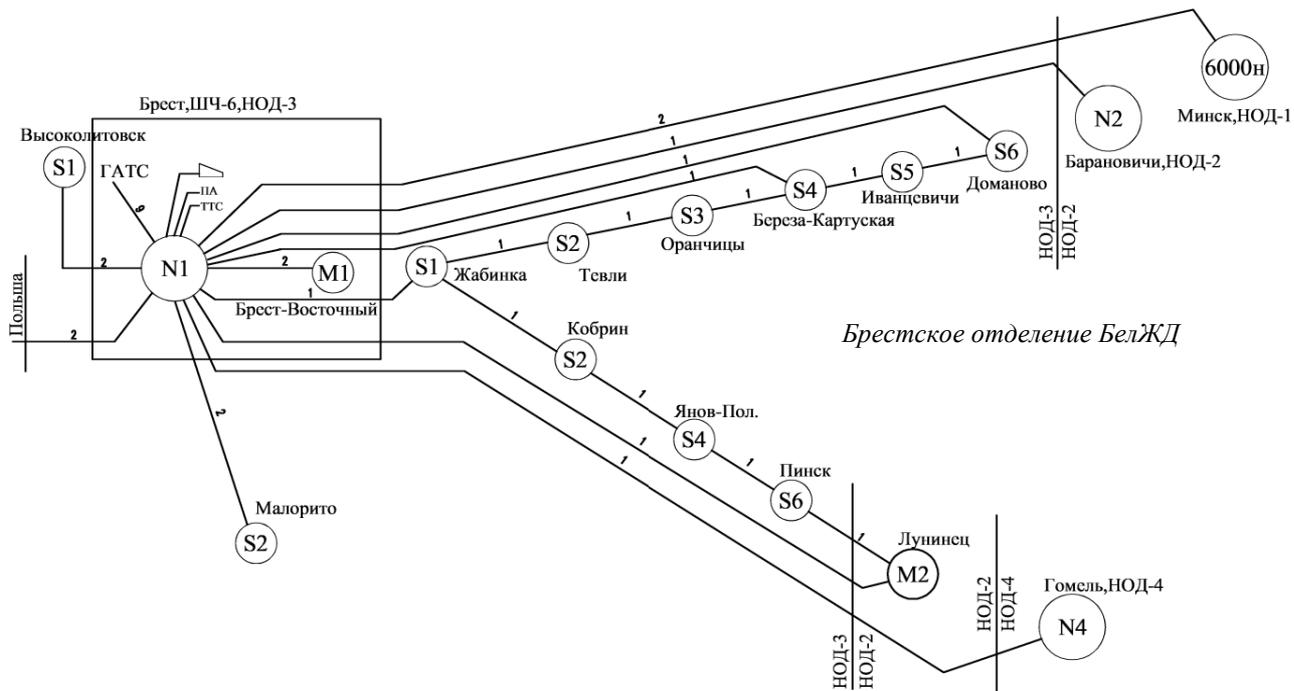
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

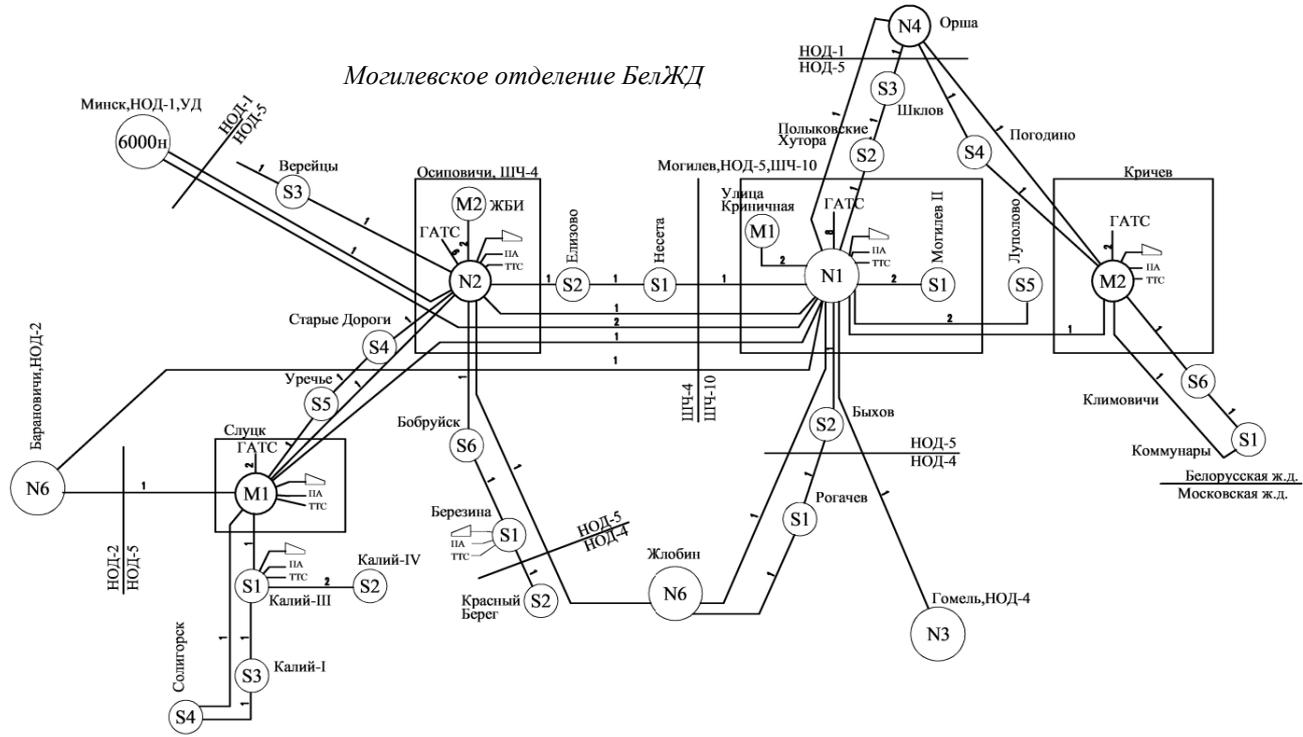
- 1 **Атцик, А. А.** Протокол Megaco / H.248 : справочник / А. А. Атцик, А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 816 с.
- 2 **Атцик, А. А.** Расчет и проектирование сетевого оборудования NGN / IMS : учеб. пособие для курсового проектирования / А. А. Атцик, А. Б. Гольдштейн. – СПб. : ГОУВПО СПбГУТ, 2011. – 72 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 **Буй, П. М.** Проектирование волоконно-оптической сети связи железной дороги : учеб.-метод. пособие / П. М. Буй, Н. Ф. Семенюта ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 99 с.
- 5 **Гольдштейн, А. Б.** SOFTSWITCH : науч.-практ. пособие / А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 368 с.
- 6 **Гольдштейн Б. С.** Протоколы сети доступа. Том 2 : пособие / Б. С. Гольдштейн, – 3-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 289 с.
- 7 **Гольдштейн, Б. С.** Протокол SIP : справочник / Б. С. Гольдштейн, А. А. Зарубин, В. В. Саморезов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 456 с.
- 8 **Гольдштейн, Б. С.** Системы коммутации / Б. С. Гольдштейн. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 318 с.
- 9 **Кириллов, В. И.** Многоканальные системы передачи : учеб. для вузов / В. И. Кириллов. – М. : Новое знание, 2002. – 751 с.
- 10 **Лебединский, А. К.** Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов ж.-д. транспорта / А. К. Лебединский, А. А. Павловский, Ю. В. Юркин; под ред. А. К. Лебединского. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 531 с.
- 11 Оборудование NGN/IMS и ВКС. SoftSwitch класс 4. НТЦ ПРОТЕЙ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.protei.ru/products/softswitch-4/>. – Дата доступа : 11.11.2018.
- 12 Решение для оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте. HUAWEI [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://e.huawei.com/ru/solutions/industries/transportation/digital-railway/operational-communication>. – Дата доступа : 11.11.2018.
- 13 **Семенов, Ю. В.** Проектирование сетей связи следующего поколения / Ю. В. Семенов. – СПб. : Наука и Техника, 2005. – 240 с.
- 14 Сети NGN. Оборудование IMS : учеб. пособие / Б. С. Гольдштейн [и др.]. – СПб. : Изд-во «Теледом» ГОУВПО СПбГУТ, 2010. – 56 с.
- 15 **Семенюта, Н. Ф.** Волоконно-оптические линии связи и телекоммуникационные системы на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие по дисциплине «Многоканальные системы передачи информации» / Н. Ф. Семенюта, П. М. Буй ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 205 с.

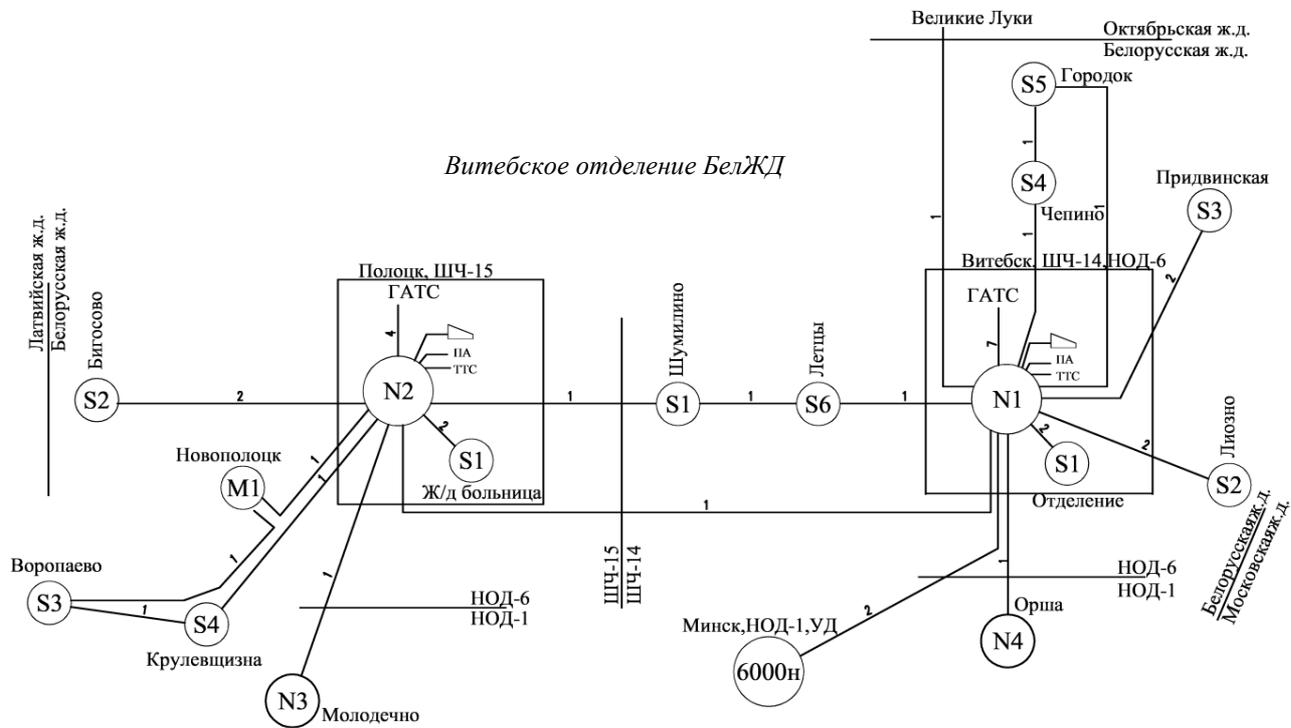
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
ОТДЕЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ











ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
ОБРАЗЕЦ БЛАНКА ЗАДАНИЯ

Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»
Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь»

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект

**тема: «ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ»**

по дисциплине: «МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ»

Студенту _____

группы _____ Вариант _____ Шифр _____

Исходные данные:

Для удовлетворения потребности в общетехнологической телефонной связи участка железной дороги требуется модернизировать сеть связи с применением современного коммутационного оборудования.

1. Модернизируемый участок железной дороги

Отделение, дистанция	Последняя цифра варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
НОД	2	3	4	5	6	2	4	4	5	6
ШЧ	3	6	9	10	14	8	11	12	4	15

Схема существующей сети общетехнологической телефонной связи (ОбТС) указанного участка приведена в приложении пособия [1, прил. А].

2. Емкость телефонных станций в пределах отделения дороги выбирается по [1, таблица 9.2].
3. Узловые станции участка должны иметь связь со следующими встречными станциями согласно схеме сети связи по заданию:
- со станцией ГУ, НОД-1 Минск;
 - с узловыми станциями соседних НОД;
 - с городской телефонной сетью общего пользования (ТфОП);
 - с УПАТС ведомственной сети согласно [1, таблица 9.6].
4. На узловых станциях установить АРМ РМТС, а также предусмотреть включение линий технологической телефонной связи (ТТС).
5. Среднее число вызовов на одного абонента в час наибольшей нагрузки (ЧНН):

Среднее число вызовов	Последняя цифра суммы варианта и шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
для внутреннего сообщения	4,90	4,50	2,50	3,60	4,20	3,70	4,90	3,30	3,10	3,10
по СЛ с ГАТС	0,17	0,34	0,35	0,36	0,31	0,22	0,23	0,29	0,11	0,37
по СЛ с УПАТС	0,31	0,48	0,43	0,71	0,57	0,41	0,70	0,74	0,47	0,63
по междугородным линиям	0,1	0,16	0,11	0,18	0,11	0,15	0,18	0,18	0,16	0,16

6. Средняя длительность разговора:

Средняя длительность разговора, мин	Последняя цифра суммы варианта и шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
для внутреннего сообщения	2,1	3,4	3,1	3,6	3,8	3,0	3,2	3,5	2,9	2,1
по СЛ с ГАТС	4,5	3,6	3,3	5,0	3,8	4,4	4,1	4,2	4,8	4,2
по СЛ с УПАТС	4,0	2,8	4,1	3,3	2,2	2,5	4,9	2,3	4,8	4,0
по междугородным линиям	5,7	3,1	5,1	5,2	5,0	4,3	3,1	5,1	5,6	3,8

Содержание работы:

1 План пояснительной записки

	Раздел	Срок выполнения
Ведение		
1 Характеристика участка железной дороги		1-я неделя
1.1 Анализ существующей сети общетехнологической телефонной связи участка железной дороги		
1.2 Техничко-экономическое обоснование реорганизации сети с применением современного оборудования		
1.3 Определение конечной емкости станций сети, числа абонентов по категориям		
2 Организация сети с составлением схемы связи и разработка системы нумерации		2-я неделя
3 Выбор коммуникационного оборудования с разработкой структурной схемы сети		3-я неделя
4 Расчет нагрузок на абонентские и соединительные линии		4-я неделя
5 Расчет параметров шлюзов доступа, их количества, а также емкостные показатели подключения шлюзов к транспортной сети		5-я неделя
6 Расчет параметров узла Softswitch, требуемую производительность и параметры подключения к транспортной сети		6-я неделя
7 Разработка структурной схемы фрагмента сети NGN		7-я неделя
8 Расчет транспортного ресурса, необходимого для взаимодействия сетевых элементов		8-я неделя
9 Разработка структурной схемы сети IMS		9-я неделя
10 Разработка плана размещения проектируемого оборудования		10-я неделя
11 Разработка плана электропитания проектируемого оборудования		
12 Определение капитальных затрат		11-я неделя
13 Научно-исследовательская часть		
Заключение		12-я неделя
Список используемой литературы		

2 Наименование необходимых чертежей

1. Схема существующей сети телефонной связи участка железной дороги.
2. Схема расположения шлюзов доступа с учетом распределения абонентов в рассматриваемом районе.
3. Структурные схемы фрагментов сети NGN участка железной дороги с раскрытием структур узлов и определенной оконечной станции коммутации.
4. Структурная схема сети IMS.
5. План шкафного размещения оборудования коммутации в помещениях центральной (узловой) станции.

Оформление курсового проекта

Пояснительная записка курсового проекта оформляется в соответствии с ЕСКД и требованиями к текстовым документам принятыми на кафедре. Проект должен состоять из пояснительной записки и чертежей (схем). В пояснительной записке необходимо привести обоснование и показать решение всех вопросов, относящихся к проектированию сети с соответствующими ссылками на используемую литературу. При решении вопросов на ЭВМ привести алгоритм используемых программ.

Рекомендуемая литература

1. Матусевич, В.О. Проектирование мультисервисной сети связи : учеб.-метод. пособие / В. О. Матусевич. – Гомель: БелГУТ, 2017. – 170 с. (Электронная версия).
2. Гольдштейн, А. Б. Softswitch / А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 368 с.
3. Семенов, Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения / Ю. В. Семенов. – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 240 с.
4. Бакланов, И. Г. NGN : принципы построения и организации / И. Г. Бакланов ; под ред. Ю. Н. Чернышова. – М. : Эко-Трендз, 2008. – 400 с.
5. Лебединский, А. К. Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте : учебник для вузов ж.-д. транспорта / А. К. Лебединский, А. А. Павловский, Ю. В. Юркин ; под ред. А. К. Лебединского. – М. : ГОУ Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2008. – 531 с.
6. Гольдштейн, Б. С. Сигнализация в сетях связи / Б. С. Гольдштейн; Т.1. Протоколы сети доступа. Т. 2. - М. : Радио и связь, 2005.
7. Гольдштейн, Б. С. Протокол SIP / Б. С. Гольдштейн, А. А. Зарубин, В. В. Саморезов; Серия «Телекоммуникационные протоколы». - СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
8. Аткин, А. А. Протокол Megaco/H.248 / А. А. Аткин, А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн; Серия «Телекоммуникационные протоколы». - СПб. : БХВ-Петербург, 2009.

Задание выдал: доцент Матусевич В.О.

Дата выдачи задания _____ Дата сдачи на проверку _____

Утверждено на заседании кафедры, протокол № _____ от _____

Учебное издание

МАТУСЕВИЧ Вячеслав Олегович

Проектирование мультисервисной телекоммуникационной сети

Учебно-методическое пособие

Редактор *А. А. Емельяненко*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректор *Л. С. Репикова*

Подписано в печать 17.12.2018 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 10,00. Уч.-изд. л. 10,46. Тираж 100 экз.
Зак. № . Изд. № 50.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель