

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И.РАЗЗАКОВА**

**КАФЕДРА «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»**

## **СЕТИ СВЯЗИ**

**Методические указания к выполнению курсового проекта  
на тему: «Проектирование распределенного абонентского  
концентратора» для студентов направления  
550400.01 «Сети связи и системы коммутаций»  
заочной и очной формы обучения**

**БИШКЕК 2011**

**«РАССМОТРЕНО»**  
на заседании кафедры «Телекоммуникаций»  
Протокол № 10 от 20.05.2011 года

УДК.: 621.395.7.001.63(072)

Составители: ШАМБЕТОВА Н.Т., СЛАВИНСКАЯ Т.В.

Сети связи. Методические указания к выполнению курсового проекта на тему: «Проектирование распределенного абонентского концентратора» для студентов направления 550400.01 «Сети связи и системы коммутаций» заочной и очной формы обучения / КГТУ им. И.Раззакова; сост.: Н.Т.Шамбетова, Т.В.Славинская. – Б.: ИЦ «Техник», 2011 – 22 с.

Излагается методика выполнения курсового проекта и краткие теоретические сведения, а также приведены общие требования по выполнению графической части и оформлению расчетно-пояснительной записки.

Предназначено для студентов направления «Телекоммуникация» очной и заочной формы обучения.

Рис.: 5. Табл.: 3. Библиогр.: 6 наименов.

Рецензент Зимин И.В.

---

Тех. редактор *Субанбердиева Н.Е.*

Подписано к печати 07.07.2011 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,5 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 294. Цена 25,65 с.

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Техник» КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43

e-mail: [beknur@mail.ru](mailto:beknur@mail.ru)

## ВВЕДЕНИЕ

Основным движущим фактором развития услуг связи является нарастающая конкуренция на рынке местных линий связи между традиционными и альтернативными операторами, это заставляет и тех, и других оптимизировать свои сети в целях предоставления наиболее выгодных с точки зрения стоимости услуг. Также нужно учитывать, что задачей предоставления услуг связи, как и любого бизнеса, является извлечения максимальной прибыли. Решать ее можно как снижением расходов на эксплуатацию, так и за счет развития новых услуг, приносящих дополнительный доход.

В последние годы наметился переход от разнородных телекоммуникационных сетей, каждая из которых была предназначена для оказания узкого круга услуг, к сетям следующего поколения (Next Generation Network, NGN) или, так называемым мультисервисным сетям.

NGN составила хорошую альтернативу АТС с коммутацией каналов, как по цене и функциональным возможностям, так и по масштабируемости, качеству обслуживания, протоколам сигнализации, габаритам, энергопотреблению, стоимости техобслуживания. При этом масштабируемость, с точки зрения перехода на новые технологии, является ключевым моментом. Чтобы конкурировать с традиционными АТС, новые коммутаторы должны не только поддерживать наращивание емкости до 100000 портов по 64 кбит/с, что оборудование NGN реализует в одной стойке вместо десятков штативов АТС. Масштабируемость имеет две стороны, принципы построения и архитектура NGN позволяет экономично управлять даже четырехпортовыми транспортными шлюзами, обеспечивая таким образом гибкую нижнюю границу эффективности, немыслимую в узлах коммутации каналов.

Важнейшим стимулом рыночного успеха NGN является его способность преобразовывать разные протоколы сигнализации как сетей одного типа, так и разнотипных сетей. Эта же способность сохраняется так же при организации совместной работы транспортных шлюзов разных поставщиков.

Применение NGN позволяет преодолеть проблемы взаимодействия между собой транспортных шлюзов с разными системами сигнализации, а также позволяют предоставить широкий спектр услуг – видео, телефония, передача данных, умный дом, электронные платежи, а также другие услуги которые могут появиться в будущем. Основной такой системой при сегодняшней конвергенции сетей и услуг является система общеканальной сигнализации №7.

Основным принципом концепции NGN является отделение друг от друга функций переноса и коммутации, функций управления вызовами и функций управления услугами.

### **1. Цели и задачи курсового проектирования**

Курсовое проектирование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученными студентами в процессе изучения лекционного курса по дисциплине «Сети связи». Выполнение курсового проекта должно обеспечить студенту прочные знания и практические навыки в проек-

тировании сетей связи, а также подготовку прочной основы для последующего успешного выполнения и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) бакалавра и инженера по аналогичной тематике.

## **2. Тематика и содержание курсовых проектов**

Задание на курсовое проектирование посвящено проектированию сетей NGN при построении распределенного абонентского концентратора. При проектировании курсового проекта студент должен:

- Рассчитать оборудование шлюзов;
- Рассчитать оборудование гибкого коммутатора;
- Оформить пояснительную и графическую часть проекта.

## **3. Задание по курсовому проектированию**

Составить курсовой проект сети связи по данным одного из вариантов (таблица 1). Основные цифровые данные и формулы, которые потребуются при проектировании, даны в методике расчета.

## **4. Правила оформления пояснительной записки**

Написание курсовой работы рекомендуется начинать с подбора и изучения необходимых материалов и литературы. Для получения наиболее свежей информации целесообразно ознакомиться с периодическими изданиями. Затем составляется список литературы, которую планируете использовать при написании курсовой работы.

Курсовая работа должна иметь следующую структуру:

Титульный лист.

Задание на курсовой проект.

Содержание.

Введение.

1. Глава 1. (Теоретическая часть).

2. Глава 2. (расчетная часть).

Выводы и предложения.

Список использованной литературы.

Приложения.

Во *введении* необходимо обосновать актуальность темы; указать цель работы; задачи, которые необходимо решить для достижения цели; описать совокупность научных методов, технических и программных средств, используемых при разработке курсового проекта; указать объект исследования. Введение целесообразно писать после завершения работы над основной частью.

В *первой главе* необходимо раскрыть соответствующую теоретическую тему, выбранную по варианту. Для этого нужно наиболее полно и творчески описать предложенные по этой теме вопросы. Изложить свои умозаключения и мнения различных авторов по данной проблеме, обязательно сделать ссылки на литературные источники.

Во *второй главе* провести расчеты, соответствующие вашему варианту.

*Выводы и предложения* должны отличаться конкретностью и логически

завершать сделанную студентом работу.

*Список использованной литературы* должен включать в себя не менее 5 источников.

Особое внимание необходимо обращать на порядок оформления курсового проекта.

Пояснительная записка курсового проекта оформляется чернилами на одной стороне листа бумаги формата А4. При этом используются следующие параметры: поля: слева –30 мм, справа 20 мм, сверху и снизу по 25 мм. Общий объем страниц 20-25 страниц. Нумерация производится внизу (по центру). Листы подшиваются в папку вместе с диаграммами, схемами и другими иллюстрациями. Все схемы, формулы, таблицы и графики должны быть пронумерованы и снабжены подписями и ссылками в тексте. Не допускается подготовка пояснительной записки с использованием компьютера.

Первой страницей является титульный лист, который заполняют по установленной в высшем учебном заведении форме. На нем указывают: Министерство Образования КР; Кыргызский Государственный Технический Университет им. И.Раззакова; кафедра «Телекоммуникаций»; тему курсового проекта; фамилию, имя и отчество студента (номер зачетной книжки) и преподавателя - руководителя курсового проекта.

На второй и третьей странице размещают оглавление работы с указанием страниц и задание на курсовое проектирование. При этом оглавление должно соответствовать указанным по тексту заголовкам составных глав и разделов курсовой работы.

Все страницы нумеруются по порядку, начиная с той, на которой расположено введение (учитывая, что первой страницей является титульный лист). В общую нумерацию страниц не входит список использованной литературы и приложения. Каждая глава начинается с новой страницы, параграфы начинать с новой страницы не следует.

В пояснительной записке должны быть выдержаны единые обозначения и единые размерности для используемых параметров. Допускаются только общепринятые сокращения слов, терминов и обозначений. При упоминании в тексте литературных источников указывают в скобках порядковый номер источника, соответствующий списку использованной литературы. Таблицы и рисунки должны иметь сквозную нумерацию.

В конце работы приводится список использованной литературы. Располагать источники в списке следует в алфавитном порядке по фамилии автора. Работа записывается по первому слову названия, если она не имеет автора. Список литературы следует оформлять согласно ГОСТу. В конце списка в алфавитном порядке записывается иностранная литература в транскрипции оригинала.

Законченная пояснительная записка подписывается студентом и руководителем проекта. Изложение должно быть ясным и четким, без повторений, количество иллюстраций – минимальным, но достаточным для пояснения изложенного.

Таблица 1

Исходные данные	Сети доступа									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_{PSTN}$	512	1024	2048	512	1024	2048	512	1024	2048	512
$N_{ISDN}$	2%	1,5%	1%	1,2%	1,9%	1,7%	1,4%	1,3%	1,6%	1,1%
$N_{SHM}$	3%	2,5%	2%	2,2%	2,1%	2,3%	2,7%	2,8%	2,6%	2,4%
$N_{LAN}$	1	5	3	2	4	6	8	7	9	0
$N_{i\_LAN}$	50	100	150	200	70	90	120	130	200	0
$N_{V5}$	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
$N_{j\_V5}$	2	1,2	1,3,8	2,4,3,7	1,2,6,7, 3	6	5,6	3,4,6	7,8,1,4	5,6,1,2,3
$N_{PBX}$	1	3	2	4	6	5	7	3	2	5
$N_{k\_PBX}$	3	2,3,1	5,4	1,2,3,6	3,8,4,5, 6,6	7,8,1,2,3	1,5,8,5,6,3, 1	1,2,3	4,6	5,2,3,1,2
Исходные данные	Сети доступа									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$N_{PSTN}$	512	1024	2048	512	1024	2048	512	1024	2048	512
$N_{ISDN}$	1,1%	1,7%	1%	1,3%	1,9%	1,8%	1,4%	1,3%	1,6%	2%
$N_{SHM}$	3,1%	2,4%	2,5%	2,6%	2,3%	2,8%	2,9%	2,7%	2,2%	3%
$N_{LAN}$	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$N_{i\_LAN}$	0	200	150	200	170	190	120	130	200	100
$N_{V5}$	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
$N_{j\_V5}$	2,4,6,7	1,2,4,5	1,3,8	2,4	7	6,2,1,3,4	5,6,2,1	3,4,6	7,8	5
$N_{PBX}$	7	5	6	4	3	2	1	7	1	2
$N_{k\_PBX}$	3,8,7,2,1,3, 4	2,3,1,5,7	5,4,2,4	1,2,3,6	3,8,4	7,8	1	1,2,3,4,7, 8,6	4	5,2

Исходные данные	Сети доступа									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$N_{PSTN}$	2048	512	1024	512	2048	1024	2048	512	1024	512
$N_{ISDN}$	2,2%	1,7%	1,5%	1%	1,9%	1,8%	1,4%	1,3%	1,6%	1,1%
$N_{SHM}$	3,1%	2,7%	2,5%	2,4%	2,1%	2,9%	2,3%	2,2%	2,6%	2,4%
$N_{LAN}$	7	8	2	1	6	3	4	5	9	0
$N_{i\_LAN}$	150	200	150	100	170	190	140	130	180	0
$N_{V5}$	3	1	5	4	2	2	4	3	1	5
$N_{j\_V5}$	2,1,8	2	1,3,8,4,1	2,4,3,7	7,3	6,2	5,6,1,8	3,4,6	7	5,6,1,2,3
$N_{PBX}$	5	7	8	2	3	4	6	1	7	5
$N_{k\_PBX}$	3,2,4,1,7	2,3,1,3,8,1 ,2	5,4,1,2,3, 4,5,6	1,2	3,8,4	7,8,1,2	1,5,8,5,6,3, 1	3	4,6,2,8,6 ,4,3	5,2,3,1,2

где  $N_{PSTN}$  - число абонентов, использующих подключение по аналоговой абонентской линии;

$N_{ISDN}$  - число абонентов, использующих подключение по базовому доступу ISDN;

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

$N_{LAN}$  - число LAN, подключаемых к Ethernet-маршрутизатору на уровне шлюза доступа;

$N_{i\_LAN}$  - число абонентов, подключаемых к LAN  $i$ , где  $i$ -номер LAN;

$N_{V5}$  - число сетей доступа интерфейса V5, подключаемых к шлюзу доступа;

$N_{j\_V5}$  - число пользовательских каналов в интерфейсе V5  $j$ , где  $j$ - номер сети доступа;

$N_{PBX}$  - число УПАТС, подключаемых к шлюзу;

$N_{k\_PBX}$  - число пользовательских каналов в интерфейсе подключения УПАТС, где  $k$ -номер УПАТС.

## **5. Правила оформления графического материала**

Графическая часть проекта является не иллюстрированным материалом, а технической документацией на разработанный студентом проект. Графический материал должен быть выполнен на листах чертежной бумаги по формату. Условные обозначения, шрифт и масштаб должны соответствовать требованиям единой системы конструкторской документации.

## **6. Исходные данные к выполнению курсового проекта**

Исходные данные в курсовом проекте берутся в соответствии с вариантом, заданным преподавателем (или определяемым по сумме двух последних цифр зачетной книжки), всего составлено 10 вариантов, которые приведены в таблице 2. В таблице 1 приведены данные общие для всех вариантов.

## **7. Принципы построения распределенного абонентского концентратора с использованием решений NGN**

Оборудование NGN является по сути элементом создания сетевых инфраструктур, ориентированных на предоставление различных видов услуг. С использованием технологий NGN могут создаваться сетевые конфигурации, ориентированные как на предоставление базовой услуги телефонии, так и информационных и мультимедийных услуг.

Основными аспектами применения оборудования NGN являются:

- создание и развитие инфраструктуры ТфОП, ориентированной на:
  1. организацию подключения оконечных пользователей;
  2. организацию транзитного участка телефонных сетей;
- создание инфраструктуры доступа к услугам Интеллектуальных сетей связи;
- создание инфраструктуры предоставления телематических услуг, в том числе услуг мультимедиа;
- создание виртуальных частных сетей (VPN).

При этом следует понимать, что сама инфраструктура NGN - это не отдельная сеть с точки зрения специфики предоставляемых услуг, а инструмент построения и развития уже определенных сетей связи с использованием новых технологий.

Таким образом, с точки зрения поддержки предоставления услуг минимальным требованием, предъявляемым к технологиям NGN как инструменту построения сетевых структур, является выполнение всех тех требований, которые были определены для уже существующих сетей.

## Применение технологий NGN для организации подключения конечных пользователей ТфОП

Оконечными пользователями ТфОП являются:

- абоненты, использующие доступ по аналоговым абонентским линиям;
- абоненты, использующие базовый доступ ISDN;
- абоненты, использующие терминалы, предназначенные для работы в пакетных сетях (SIP и H.323-терминалы);
- УПАТС, подключаемые с использованием первичного доступа ISDN.

Абоненты, использующие аналоговый и базовый доступы, а также УПАТС могут подключаться к сети как непосредственно, так и с использованием оборудования доступа интерфейса V5.

Решение задачи подключения конечных пользователей в сети ТфОП связано с введением новой абонентской емкости АТС, что может достигаться как за счет расширения емкости существующего коммутационного оборудования, так и за счет введения новых АТС. При решении задачи подключения конечных пользователей в сети ТфОП может использоваться оборудование сети доступа интерфейса V5 для организации абонентских выносов.

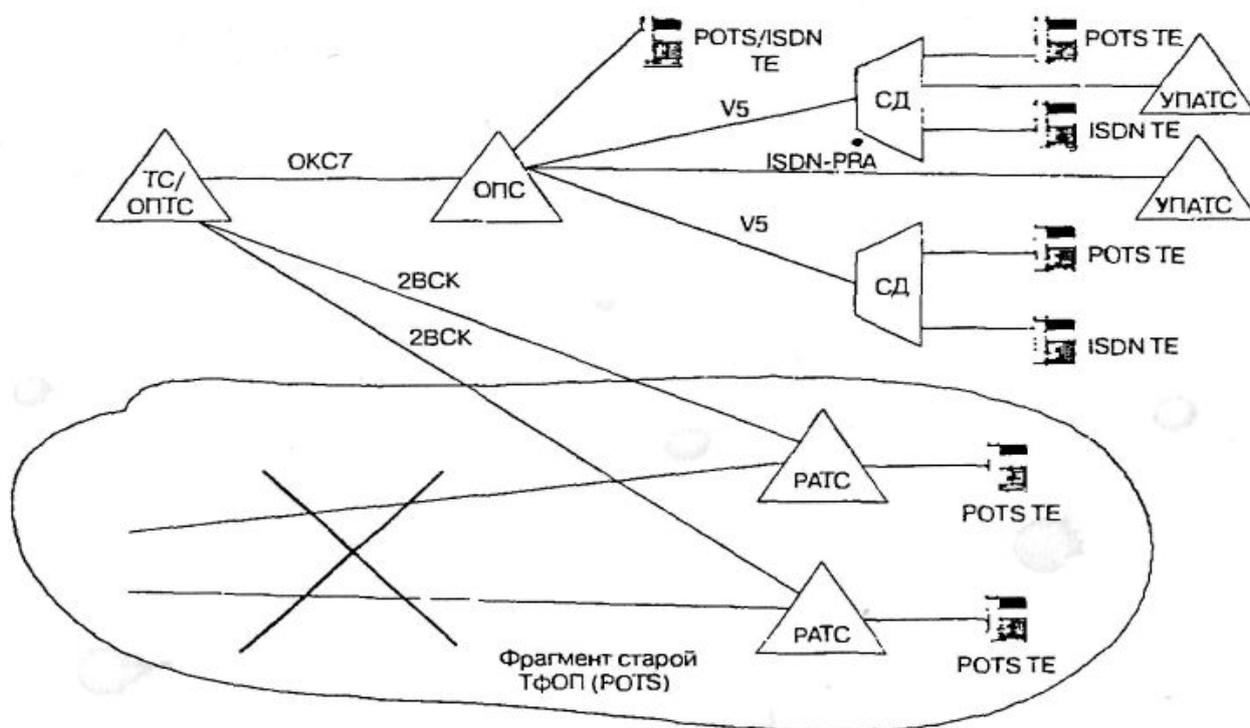


Рис.1. Схема развития сети ТфОП с использованием технологий коммутации каналов представлена

Решение задачи расширения абонентских подключений в рамках технологии NGN связано с внедрением оборудования гибкого коммутатора (если такое внедрение не было выполнено раньше) и оборудования шлюзов доступа.

При этом аналоговые абоненты и абоненты базового доступа подключаются к пакетной сети через оборудование резидентных шлюзов доступа. Оборудование УПАТС и существующее оборудование абонентских выносов подключается с использованием шлюзов доступа. Вновь создаваемая абонентская емкость может реализовываться в базе SIP и H.323 терминалов, что предполагает создание LAN WAN для подключения абонентов.

Схема организации абонентских подключений с использованием технологии NGN представлена на рис.2.

Сравнивая представленные варианты развития сети и рамках двух технологий, можно отметить, что преимуществами решения на основе NGN являются:

- эффективное использование ресурсов первичной сети. Достигается за счет применения оборудования кодеков на уровне шлюзов. Использование алгоритмов компрессии речи позволяет уменьшить требуемый ресурс в 1,5-4 раза в зависимости от типа используемого кодека;
- расширение списка предоставляемых услуг, конвергенция услуг, упрощение процедуры ввода новой услуги. Реализация дополнительных видов обслуживания в сети ISDN требовала их поддержки со стороны всех элементов сети, т. е. терминального оборудования, опорных АТС абонентов и транзитных АТС. В случае создания уровней коммутации и управления услугами мультисервисной сети новая услуга должна поддерживаться или реализовываться на уровне SX или при взаимодействии с SX. Ограниченное число гибких коммутаторов позволяет достаточно четко реализовывать новые услуги. Соответственно введение новой услуги в ISDN предполагало внесение изменений в программное (иногда аппаратное) обеспечение достаточно большого числа элементов сети. В мультисервисной сети потребуются либо внесение изменений в ПО SX, либо реализация нового сервера приложений;
- уменьшение эксплуатационных расходов. Смещение сетевого интеллекта в ограниченное число сетевых точек уменьшает расходы, связанные с обслуживанием и модернизацией оборудования. Использование IP-протоколов в пакетной сети позволяет реализовывать системы управления, мониторинга, сбора статистической информации в рамках ресурсов пакетной сети;
- возможность гибкой тарифной политики. Реализация ограниченного числа точек управления установлением соединения позволяет централизовать систему учета стоимости и обеспечить применение гибких тарифных планов в отношении абонентов всей сети из одной точки. Оборудование SX осуществляет учет стоимости для всех обслуживаемых абонентов. При этом реализация новых тарифных планов осуществляется на уровне SX.

Недостатками решения на основе NGN являются:

- критичность к обеспечению надежности сети. Сосредоточение



## 9. Создание инфраструктуры сети связи для предоставления услуги телефонии на заявленной территории и для заявленной группы пользователей

Под решением в рамках технологии NGN будем понимать организацию сетевой инфраструктуры с использованием оборудования шлюзов доступа и гибкого коммутатора (SoftSwitch).

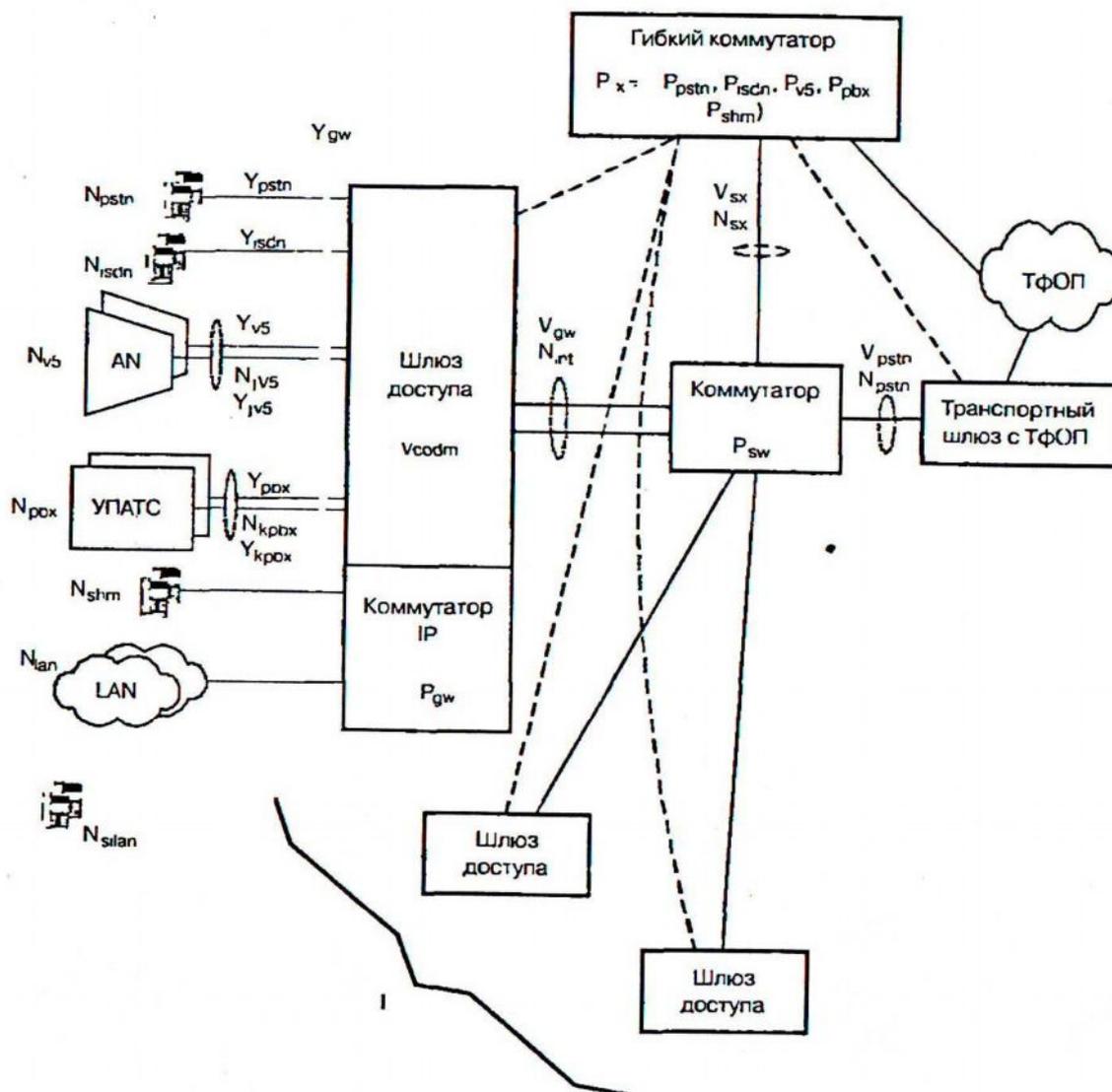


Рис.3. Основные параметры, используемые при расчете распределенного абонентского концентратора

Суммарная абонентская емкость шлюзов равна 50 тысячам. Соответственно, оборудование SoftSwitch должно иметь производительность, достаточную для поддержки 50 тыс. абонентов.

Реализация инфраструктуры в соответствии с рисунком 3 потребует организации значительного количества узлов доступа, т.к. в большинстве случаев максимальная длина абонентской линии ограничена значением в 5 км. При этом следует понимать, что территориальное расположение абонентской линии представляет собой ломаную линию, топология которой определяется существ-

вующей топологией кабельной канализации, в результате чего расстояние по прямой между точкой подключения абонента и узлом доступа не превышает 3 км. Кроме того, если планируется организация высокоскоростного доступа с применением технологии xDSL, то показатели обслуживания могут достигаться при длинах абонентских линий до 3-4 км или при расстоянии по прямой 2,5-3 км. Следовательно, для охвата территории площадью в  $S$  км<sup>2</sup> потребуется

$$N=k*(S/(\pi*R^2)) \quad (1)$$

где  $N$  - узлов доступа или АТС;

$R$  – радиус территории охвата одним узлом. Определяется как «расстояние по прямой» от данной точки установки узла до максимально удаленного абонента, обслуживаемого этим узлом;

$k$  – коэффициент географического отклонения от центра окружности. Характеризует удаленность реальной точки установки узла от идеальной точки в географической центре круга. Значение коэффициента показывает, во сколько раз большее (по сравнению с идеальным) число точек установки потребуется задействовать, чтобы «закрыть» требуемую площадь.

Тогда, с точки зрения критичности длины абонентской линии, для охвата 100 км<sup>2</sup> при условии, по  $R=3$  км и, приняв  $k=1,5$  определим, что потребуется 5 АТС и узлов доступа. Соответственно, могут использоваться от одной от одной АТС и четырех узлов доступа и до пяти АТС.

1. при  $S= 50$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 3 шлюза;
2. при  $S= 50$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
3. при  $S= 40$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 2 шлюза;
4. при  $S= 100$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 3 шлюза;
5. при  $S= 40$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
6. при  $S= 60$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 3 шлюза;
7. при  $S= 60$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
8. при  $S= 30$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 2 шлюза;
9. при  $S= 30$ ,  $R = 2,5$  расчет выполняется на 2 шлюза;
10. при  $S= 40$ ,  $R = 2,5$  расчет выполняется на 3 шлюза;
11. при  $S= 80$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
12. при  $S= 70$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
13. при  $S= 65$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
14. при  $S= 90$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 3 шлюза;
15. при  $S= 65$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 3 шлюза;
16. при  $S= 55$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 3 шлюза;
17. при  $S= 55$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
18. при  $S= 45$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 2 шлюза;
19. при  $S= 45$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
20. при  $S= 75$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 2 шлюза;
21. при  $S = 20$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 1 шлюз;
22. при  $S = 35$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 2 шлюза;
23. при  $S = 25$ ,  $R = 3$  расчет выполняется на 1 шлюз;
24. при  $S = 35$ ,  $R = 4$  расчет выполняется на 1 шлюз;

25 при  $S = 30$ ,  $R = 2.5$  расчет выполняется на 2 шлюза.

Таблица 2

№ варианта	№ шлюзов
1	1, 3, 5
2	2, 4, 6
3	3, 5, 7
4	4, 6, 8
5	5, 7, 9
6	6, 8, 10
7	7, 9, 11
8	8, 10, 12
9	9, 11, 13
10	10, 12, 14
11	11, 13, 15
12	12, 14, 16
13	13, 15, 17
14	14, 16, 18
15	15, 17, 19
16	16, 18, 20
17	17, 19, 21
18	18, 20, 22
19	19, 21, 23
20	20, 22, 24
21	21, 23, 25
22	22, 24, 26
23	23, 25, 27
24	24, 26, 28
25	25, 27, 29

### 10. Определение нагрузки на шлюзы доступа RAGW

1. Определение поступающей нагрузки от абонентов PSTN и ISDN на резидентный шлюз доступа RAGW.

Пусть:

1.  $Y_{PSTN}$  - общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа от абонентов PSTN:

$y_{PSTN}$  - удельная нагрузка от абонента ТфОП в ЧНН. Будем считать, что  $y_{PSTN} = 0,1$

Эрл.

$$\text{Тогда } Y_{PSTN} = N_{PSTN} * y_{PSTN}; \quad (2)$$

$Y_{PSTN} 1,2,3 = 512 * 0,1 = 51,2$  Эрл;

2.  $Y_{ISDN}$  - общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа от абонентов ISDN;

$y_{ISDN}$  - удельная нагрузка от абонента ISDN в ЧНН. Будем считать, что  $y_{ISDN} = 0,2$

Эрл.

$$\text{Тогда } Y_{ISDN} = N_{ISDN} * y_{ISDN}; \quad (3)$$

$$N_{ISDN} = 1,1\%; N_{ISDN} = 512 * 1,1/100 = 5,63 = 6;$$

$$Y_{ISDN} = 6 * 0,2 = 1,2 \text{ Эрл};$$

Исходя из этого:

1. Общая нагрузка, поступающая от абонентов ТфОП и ISDN на резидентный шлюз доступа равна

$$Y_{RAGW} = Y_{PSTN} + Y_{ISDN} = 0,1 * N_{PSTN} + 0,2 * N_{ISDN}; \quad (4)$$

$$Y_{RAGW} = 51,2 + 1,2 = 52,4 \text{ Эрл};$$

2. Определение общей нагрузки поступающей на шлюз доступа.

Пусть:

$$3. N_{SHM} = 3,1\%; N_{SHM} = 512 * 3,1/100 = 15,8 = 16;$$

$Y_{V5}$  - нагрузка от сети доступа  $j$  интерфейса V5, подключаемой к шлюзу доступа:

$y_{V5}$  - удельная нагрузка одного пользовательского канала интерфейса V5. Будем считать, что  $y_{V5} = 0,8$  Эрл.

$$\text{Тогда } Y_{V5} = N_{V5} * y_{V5}; \quad (5)$$

$$N_{V5} = 5;$$

$$Y_{V5}(1) = 2 * 0,8 = 1,6 \text{ Эрл};$$

$$Y_{V5}(2) = 4 * 0,8 = 3,2 \text{ Эрл};$$

$$Y_{V5}(3) = 6 * 0,8 = 4,8 \text{ Эрл};$$

$$Y_{V5}(4) = 5 * 0,8 = 4 \text{ Эрл};$$

$$Y_{V5}(5) = 7 * 0,8 = 5,6 \text{ Эрл};$$

$$Y_{jV5\text{общ}} = 1,6 + 3,2 + 4,8 + 5,6 = 19,2 \text{ Эрл};$$

4.  $Y_{k\_PBX}$  - нагрузка от УПАТС  $k$ , подключаемой к шлюзу;

$y_{k\_PBX}$  - удельная нагрузка одного пользовательского канала интерфейса ISDN.

Будем считать, что  $y_{k\_PBX} = 0,8$  Эрл.

$$\text{Тогда } Y_{k\_PBX} = N_{k\_PBX} * y_{k\_PBX}; \quad (6)$$

$$N_{PBX} = 7;$$

$$Y_{PBX}(1) = 3 * 0,8 = 2,4 \text{ Эрл};$$

$$Y_{PBX}(2) = 8 * 0,8 = 6,4 \text{ Эрл};$$

$$Y_{PBX}(3) = 7 * 0,8 = 5,6 \text{ Эрл};$$

$$Y_{PBX}(4) = 2 * 0,8 = 1,6 \text{ Эрл};$$

$$Y_{PBX}(5) = 1 * 0,8 = 0,8 \text{ Эрл};$$

$$Y_{PBX}(6) = 3 * 0,8 = 2,4 \text{ Эрл};$$

$$Y_{PBX}(7) = 4 * 0,8 = 3,2 \text{ Эрл};$$

$Y_{k\_PBXoBX} = 2,4 + 6,4 + 5,6 + 1,6 + 0,8 + 2,4 + 3,2 = 22,4$  Эрл;

5. Общая нагрузка, поступающая на шлюз доступа, обеспечивающий подключение оборудования сетей доступа интерфейса V5 равна

$$Y_{V5} = \sum_{j=1}^J Y_{j\_V5} = 0,8 * \sum_{j=1}^J N_{j\_V5} ; \quad (7)$$

$Y_{V5} = 0,8 * (2 + 4 + 6 + 5 + 7) = 19,2$  Эрл;

6. Общая нагрузка, поступающая на транкинговый шлюз, обеспечивающий подключение оборудования УПАТС, равна

$$Y_{PBX} = \sum_{k=1}^K Y_{k\_PBX} = 0,8 * \sum_{k=1}^K N_{k\_PBX} ; \quad (8)$$

$Y_{PBX} = 0,8 * (3 + 8 + 7 + 2 + 1 + 3 + 4) = 22,4$  Эрл;

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

$$Y_{GW} = 0,8 * \left( \sum_{j=1}^J N_{j\_V5} + \sum_{k=1}^K N_{k\_PBX} \right) + 0,1 * N_{PSTN} + 0,2 * N_{ISDN} ; \quad (9)$$

$Y_{GW} = 19,2 + 22,4 + 52,4 = 94$  Эрл;

## 11. Расчет оборудования шлюзов

Определение числа шлюзов производится исходя из расчетного значения предполагаемой нагрузки, топологии первичной сети (если таковая уже существует), наличие помещений для установки, технологических показателей типов оборудования, предлагаемого к использованию.

Исходя из критерия критичности длины абонентской линии, зона обслуживания шлюза доступа должна создаваться таким образом, чтобы максимальная длина абонентской линии не превышала 3-4 км. Если шлюз производит подключение оборудования сети доступа интерфейса V5, LAN либо УПАТС, то зона обслуживания шлюза включает в себя и зоны обслуживания подключаемых объектов.

Как правило, шлюзы устанавливаются на существующих объектах сети с учетом структуры имеющейся сети, осуществляя подключение территориально приближенных АТС. Емкостные показатели шлюза определяются исходя из нагрузки, поступающей от АТС. В свою очередь, значение нагрузки может быть вычислено на основе числа потоков E1 между АТС и шлюзом удельной нагрузки на канал 64 кбит/с.

Введем следующие обозначения:

$N_{l\_E1}$  - число потоков E1, осуществляющих подключение АТС ТФОП к транзитному шлюзу l;

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

$Y_{j\_GW}$  – общая нагрузка, поступающая на транспортный шлюз от АТС ТФОП.

## 12. Расчет транспортного ресурса при использовании кодека G.711 и G.729A

Пусть  $V_{COD\_m}$  - скорость передачи кодека типа  $m$  при обслуживании вызова. Тогда транспортный ресурс, который должен быть выделен для передачи в пакетной сети трафика, поступающего на шлюз, при условии использования кодека типа  $m$  будет

$$V_{GW\_USER} = k * V_{COD\_m} * Y_{GW}; \quad (10)$$

где  $k$ -коэффициент использования ресурса,  $k=1.25$ ;

Например, если суммарная нагрузка от источника всех типов, поступающая на шлюз равна 100 Эрл, и, если используется кодек G.711 без подавления пауз, то выделяемый ресурс должен составлять

$$V=1.25*84.8 \text{ кбит/с} * 100 = 10.62 \text{ Мбит/с}; \quad (11)$$

$$V_{COD} = 84,8 \text{ кбит/с};$$

$$V_{RAGW} = 52,4 * 84,8 = 4,443 \text{ Мбит/с};$$

$$V_{GW} = 1,25 * 84,8 * 94 = 9,96 \text{ Мбит/с};$$

Если используется кодек G.729A с алгоритмом подавления пауз, то для обслуживания той же нагрузки потребуется ресурс

$$V=1.25*12,12 \text{ кбит/с} * 100 = 1.615 \text{ Мбит/с}; \quad (12)$$

$$V_{COD} = 12,12 \text{ кбит/с};$$

$$V_{RAGW} = 52,4 * 12,12 = 0,635 \text{ Мбит/с};$$

$$V_{GW} = 1,25 * 12,12 * 94 = 1,42 \text{ Мбит/с};$$

Следует отметить, что для обслуживания той же нагрузки в режиме коммутации каналов потребовалось бы ресурс

$$V=1.25*64 \text{ кбит/с} * 100 = 8 \text{ Мбит/с};$$

что меньше, чем в случае использования кодеков G.711.

$$V=1,25*64*94=7,5 \text{ Мбит/с};$$

### 13. Определение емкостных показателей (количество и тип интерфейсов)

После определения транспортного ресурса подключения определяются емкостные показатели, т.е. количество и тип интерфейсов, которыми оборудование шлюза доступа будет подключаться к пакетной сети. Количество интерфейсов, помимо транспортного ресурса, будет определяться также исходя из топологии сети. В любом случае количество интерфейсов должно быть не меньше, чем

$$N_{INT} = \frac{V_{GW}}{V_{INT}}; \quad (13)$$

где  $V_{INT}$  - полезный транспортный ресурс одного интерфейса.

$$N_{INT} = 9,96$$

В случае использования разнородных интерфейсов количество интерфейсов каждого типа может определяться по формуле:

$$V_{-n} = \sum_{i=1}^I (N_{i\_INT} * V_{i\_INT}); \quad (14)$$

где  $I$  - число типов интерфейсов;  
 $N_{i\_INT}$  - количество интерфейсов типа  $I$ ;  
 $V_{i\_INT}$  - полезный транспортный ресурс интерфейса типа  $I$ .

При определении емкостных ресурсов подключения будем исходить из следующих правил:

- для подключения используется стандартный интерфейс с превышением параметров информационного потока, т.е. если информационный поток равен 45 Мбит/с, то используется стандартный интерфейс 100 Мбит/с, а не 5 интерфейсов по 10 Мбит/с;
- каждый объект с целью резервирования подключается с резервным интерфейсом по схеме резервирования 1:1 (т.е. если необходим для обслуживания потока 1 интерфейс, то и емкостные параметры закладываются 2 интерфейса).

На основании формулы (13) определим емкостные параметры оборудования (табл.3).

Таблица 3

Объект	Интерфейсы
SX	2*10MbitEthernet
SG	2*10MbitEthernet
RAGW1	2*100MbitEthernet
RAGW2	2*100MbitEthernet
RAGW3	2*100MbitEthernet
RAGW4	2*100MbitEthernet
MG1	2*1MbitEthernet
MG2	2*1MbitEthernet
MG3	2*1MbitEthernet
SW1	к SW2 и SW3 по: 2*1MbitEthernet
SW2	к SW2 и SW3 по: 2*1MbitEthernet
SW3	к SW2 и SW3 по: 2*1MbitEthernet
InP4	2*10MbitEthernet

## 14. Расчет оборудования гибкого коммутатора

### Производительность

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

Введем следующие переменные:

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

$P_{ISDN}$  - удельная интенсивность вызовов от абонентов, использующих доступ по базовому доступу ISDN;

$P_{V5}$  - удельная (приведенная к одному каналу интерфейса) интенсивность вызовов от абонентов, использующих доступ по базовому доступу ISDN;

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

$P_{SHM}$  - удельная интенсивность вызовов от абонентов, использующих терминалы SIP, H.323, MGCP.

В соответствии с «ОТТ к городским АТС» интенсивность вызовов равна:

$$P_{PSTN} = 5 \text{ выз/чнн}; P_{ISDN} = 10 \text{ выз/чнн}; P_{PBX} = 35 \text{ выз/чнн}.$$

Значение  $P_{SHM}$  можно принять равным  $P_{PSTN}$ . Значение  $P_{V5}$  можно принять равным  $P_{PBX}$ .

$$P_{CALL} = P_{PSTN} * (\sum_{l=1}^L N_{PSTN} + \sum_{l=1}^L N_{SNM}) + P_{ISDN} * \sum_{l=1}^L N_{ISDN} + P_{V5} * (\sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J N_{j\_V5} + \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K N_{k\_PBX}); \quad (15)$$

где  $L$  – число шлюзов доступа, обслуживаемых гибким коммутатором.

$L = 1, 2$  или  $3$ ;

Отметим, что удельная производительность коммутационного оборудования может отличаться в зависимости от типа обслуживаемого вызова, т.е. производительность при обслуживании, например, вызовов ТФОП и ISDN, может быть разной.

В документации на коммутационное оборудование, как правило, указывается производительность для наиболее «простого» типа вызовов. В связи с чем при определении требований к производительности можно ввести поправочные коэффициенты, которые характеризуют возможности системы по обслуживанию данного типа вызовов относительно «идеального» типа.

Например, если производительность системы для «идеальных» вызовов SIP 10 млн. выз/чнн, а для вызовов ТФОП – 8 млн. выз/чнн, то интенсивность последних должна браться с коэффициентом 1,25.

Таким образом, нижний предел производительности гибкого коммутатора по обслуживанию потока вызовов с интенсивностью  $P_{CALL}$  может быть определен по формуле:

$$P_{SX} = k_{PSTN} * P_{PSTN} * N_{PSTN} + k_{ISDN} * P_{ISDN} * N_{ISDN} + k_{V5} * P_{V5} * N_{V5} + k_{PBX} * P_{PBX} * N_{PBX} + + k_{SHM} * P_{SHM} * N_{SHM}; \quad (16)$$

или, с учетом значений интенсивности вызовов, -

$$P_{SX} = 5 * (k_{PSTN} * N_{PSTN} + 2 * k_{ISDN} * N_{ISDN} + 7 * k_{V5} * N_{V5} + 7 * k_{PBX} * N_{PBX} + k_{SHM} * N_{SHM}); \quad (17)$$

### **Емкостные параметры**

Емкостные параметры абонентской базы гибкого коммутатора должны позволять обслуживание всех абонентов различных типов, подключение которых планируется при построении абонентского концентратора.

## Параметры интерфейсов подключенных к пакетной сети

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

**Пусть:**

$L_{MEGACO}$  – средняя длина сообщения (в байтах) протокола MEGACO, используемого при передаче информации сигнализации по абонентским линиям;  
 $N_{MEGACO}=11$ ;

$L_{V5UA}$  – средняя длина сообщения протокола V5UA;

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

$L_{IUA}$  – средняя длина сообщения протокола IUA;

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

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

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

$L_{MGCP}$  – средняя длина сообщения протокола MGCP, используемого при управлении коммутацией на шлюзе;

$N_{MGCP}$  – среднее количество сообщений протокола MGCP при обслуживании вызова.

Тогда

$$V_{SX}=k_{sig} * [(L_{MEGACO} * N_{MEGACO} * P_{PSTN} * N_{PSTN} + L_{V5UA} * N_{IUA} * P_{V5} * N_{V5} + L_{IUA} * N_{IUA} * (P_{ISDN} * N_{ISDN} + P_{PBX} * N_{PBX})) + L_{SH} * N_{SH} * P_{SHM} * N_{SHM} + L_{MGCP} * N_{MGCP} * (P_{PSTN} * N_{PSTN} + P_{V5UA} * N_{V5UA} + P_{ISDN} * N_{ISDN} + P_{PBX} * N_{PBX})] / 450; \quad (18)$$

где  $V_{SX}$  – минимальный полезный транспортный ресурс, в бит/с, которым SX должен подключаться к пакетной сети, для обслуживания вызовов и инфраструктуре абонентского концентратора;

$k_{sig}$  – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальной нагрузки. По аналогии с расчетом сигнальной сети ОКС7 примем значение  $k_{sig}=5$ , что соответствует нагрузке 0,2 Эрл;

1/450 – результат приведения размерностей «байт в час» к «бит в секунду» ( $8/3600=1/450$ ). Значение 1/90, приведенное ниже получается при использовании  $k_{sig}=5$ ; тогда  $5*(1/450)=1/90$ .

$N_{v5ua} = 78$ ;  $N_{iua} = 22$ ;  $N_{sh} = 6,5$ .

Если в качестве примера принять, что средняя длина всех сообщений равна 50 байтам, а среднее количество сообщений в процессе обслуживания вызова равно 10, то при подстановке значений в формулу (18) получим:

$$V_{SX}=5*(11*N_{PSTN}+78*(N_{V5}+N_{PBX})+22*N_{ISDN}+6.5*N_{SH}), \text{бит/с} \quad (19)$$

В соответствии с формулой (13) могут быть определены емкостные параметры интерфейсов подключения оборудования гибкого коммутатора к пакетной сети.

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:

$$V_{PSTN}=(P_{PSTN}*N_{PSTN}*L_{MEGACO} * N_{MEGACO})/90 \text{ бит/с}; \quad (20)$$

$$V_{ISDN}=(P_{ISDN}*N_{ISDN}*L_{IUA} * N_{IUA})/90 \text{ бит/с}; \quad (21)$$

$$V_{V5}=(P_{V5}*N_{V5}*L_{V5UA} * N_{V5UA})/90 \text{ бит/с}; \quad (22)$$

$$V_{PBX}=(P_{PBX}*N_{PBX}*L_{IUA} * N_{IUA})/90 \text{ бит/с}; \quad (23)$$

Кроме того, в шлюзе должен быть предусмотрен транспортный ресурс для обмена сообщениями протокола MGCP, используемого для управления шлюзом, который определяется формулой

$$V_{MGCP}=[(P_{PSTN}*N_{PSTN}+ P_{ISDN}*N_{ISDN}+ P_{V5}*N_{V5}+P_{PBX}*N_{PBX})*L_{MGCP}*N_{MGCP}]/90 \text{ бит/с}; \quad (24)$$

Таким образом, общий транспортный ресурс шлюза может быть определен как сумма всех необходимых составляющих:

$$V_{GW}=V_{GW\_USER}+V_{PSTN}+V_{ISDN}+V_{V5}+V_{PBX}+V_{MGCP}; \quad (25)$$

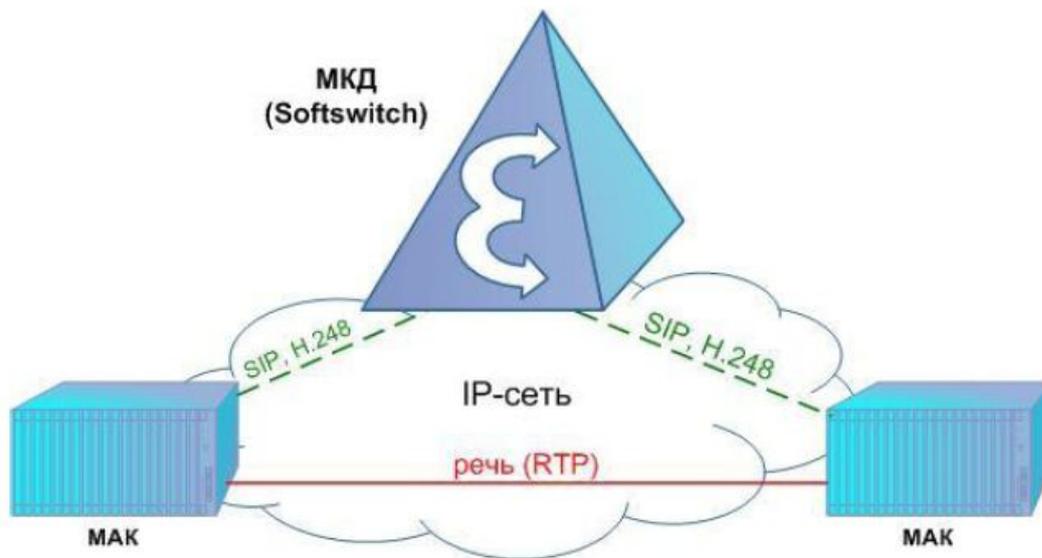


Рис.4. Взаимодействие МКД и МАК в мультисервисной сети

Под управлением Sortswitch, который входит в состав МКД, между двумя МАК осуществляется сессия обмена речевыми пакетами. В данном случае обмен пакетами осуществляется по транспортному протоколу реального времени (RTP). Тракт обмена информацией между МАК следует рассматривать как логическую связь концентраторов. Реальный (физический) путь передачи информации может проходить через несколько составных трактов транспортной сети. Процесс обмена речевыми пакетами обычно называют RTP-сессией.

Для взаимодействия оборудования МАК и МКД применяется стандартный протокол SIP. Оборудование технического обслуживания (ОМС) для сбора аварийных сигналов, контроля состояния аппаратно-программных средств и ведения статистики используют SNMP – простой протокол управления сетью. Для других задач технической эксплуатации обычно используют те процедуры

(в том числе протоколы), которые оптимальны для конкретного вида оборудования.

Очень эффективное использование шлюзов обеспечивается тем, что они состоят из тех же аппаратно-программных средств, которые применяются для построения МАК и МКД (Рис.6). Для последующей замены старых коммутационных станций на МАК в оборудование шлюза необходимо только добавить некоторые платы и соответствующее программное обеспечение.

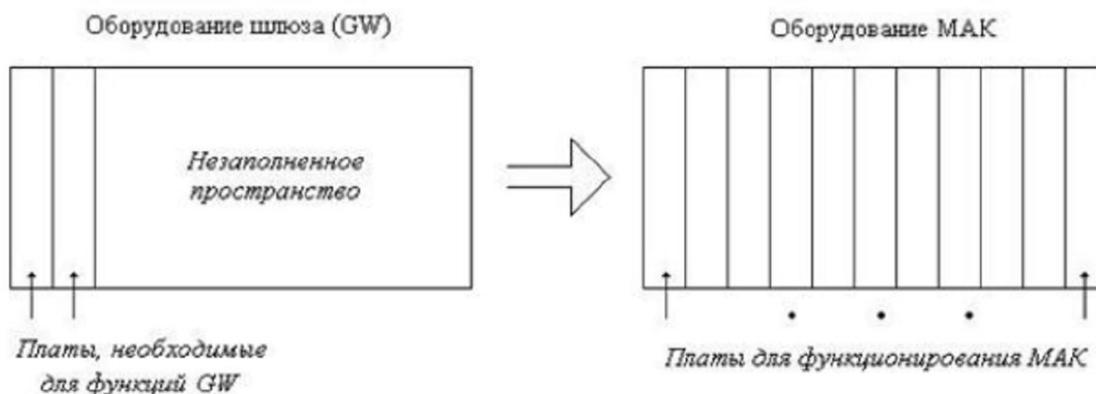


Рис.6. Принципы преобразования шлюза в МАК

Такое решение означает, что шлюзы – в отличие от большинства используемых ныне конверторов – при модернизации сети не выкидываются, а преобразуются в МАК. Это означает, что Оператор не вкладывает финансовые средства в оборудование, которое приходится демонтировать до истечения срока его службы. Данный подход обеспечивает снижение расходов Оператора на модернизацию своей телефонной сети.

### Литература

1. Концептуальные положения по построению мультисервисных сетей на ВСС России. – Документ Министерства РФ по связи и информатизации. 2001 г.
2. Васильев А.Б., Соловьев С.П., Кучерявый А.Е. Системно-сетевые решения по внедрению технологии NGN на российских сетях связи / Электросвязь. 2005. - № 3.
3. Мардер Н.С. Некоторые «подводные камни» регулирования сетей NGN/ Электросвязь. 2005. - № 10.
4. Пинчук А.В., Соколов Н.А. Прагматическая концепция перехода к NGN/ Электросвязь. 2006. - № 6.
5. Кучерявый А.Е., Цуприков А.Л. Сети связи следующего поколения. – М.: ФГУП ЦНИИС. 2006. – 278 с.
6. Филимонов А.Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet. – С.-Петербург, БХВ-Петербург. 2007. – 277 с.



