

Տպագրված է ՀՀ ԲՈՂ-ի պատվերով

Հանձնված է տպագրության 15.10.98 թ: Պատվեր 218: Տպարանակ 60:

Տպագրված է «Դավիթ» կոոպերատիվի տպարանում:
Երեւան, Տեղյան 72:

ԵՐԵՎԱՆԻ ԿԱՊԻՏԱԼԻ ՍՏՊՈՅՆՆԵՐԻ ԳԻՏԱՀԵՏԱԶՈՒՍԱԿԱՆ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Կարեն Հարությունի Սահակյան

«Տեղային հաշվողական ցանցերի հետազոտությունը բաշխված կառուցվածքով
ավտոմատ հեռախոսային կայանների ստեղծման նպատակով»

Ե.13.03 - «Հաշվողական մեքենաներ, համալիրներ, համակարգեր, ցանցեր,
դրանց տարրերը և սարքավորումները» մասնագիտությամբ
տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի
հայցման ատենախոսության

ՍԵՂԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ - 1998

ЕРЕВАНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СРЕДСТВ СВЯЗИ

Саакян Карен Арутюнович

ИССЛЕДОВАНИЕ АВС С ЦЕЛЬЮ ПОСТРОЕНИЯ НА ИХ БАЗЕ
АТС РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СТРУКТУРЫ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

05.13.03 - вычислительные машины, комплексы, системы,
сети, их элементы и устройства

ЕРЕВАН - 1998

Անձնագրային բեման հաստատվել է Երևանի Կապի միջոցների ՎՀԻ-ում

Իրական ղեկավար տեխնիկական գիտ. քեկնածու,
դոցենտ Մ.Վ.Մարկոսյան

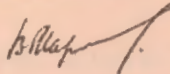
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ տեխնիկական գիտ. դոկտոր
Հ.Հ.Հարությունյան
տեխնիկական գիտ. քեկնածու
Կ.Ա.Մատևոսյան

Առաջատար կազմակերպություն «ԱՐՄԵՆԹԵԼ» ՀՀ

Պաշտպանությունը տեղի կունենա 1998թ. դեկտեմբերի 1-ին ժամը 14⁰⁰-ին
ԵրԱՄՎՀԻ-ի 043 մասնագիտացված խորհրդում.
Հասցեն՝ 375033, Երևան, Հ.Հակոբյան փ.3

Անձնագրային հետ կարելի է ծանոթանալ ԵրԱՄՎՀԻ-ի գրադարանում

Սեղմագիրը ցրված է 1998թ. հոկտեմբերի 30-ին

Մասնագիտացված խորհրդի ղեկավար  տեղնիկական գիտ. դոկտոր
Վ.Վ.Մարտիրոսով

Тема диссертации утверждена в Ереванском НИИ средств связи

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент Маркосян М.В.

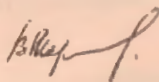
Официальные оппоненты - доктор технических наук
Арутюнян Г.А.
кандидат технических наук
Матевосян К.А.

Ведущая организация - СП АРМЕНТЕЛ

Защита состоится "1" декабря 1998г. в 14⁰⁰ часов
на заседании Специализированного Совета 043 ЕрНИИММ
по адресу: 375033, Ереван, ул. А.Акопяна 3

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕрНИИММ

Автореферат разослан "30" октября 1998г.

Ученый секретарь Специализированного Совета  доктор технических наук
Мартынов В.В.

Актуальность проблемы. В последнее десятилетие с бурным развитием микро-
процессорной техники и электроники наблюдается ее постепенное внедрение
в сферу жизнедеятельности людей. В развитых странах домашний компьютер
класса Intel 80486 или выше является одним из основных компонентов быта.
Одновременно повышается потребность в коммуникациях, компьютеры объе-
диняют в различные сетевые структуры, офисные малые АВС, корпоративные
сети и т.д., создавая распределенные системы. Среди услуг, предлагаемых
современными телефонными сетями, солидное место занимают услуги по
передаче данных, объем потребностей которой растет из года в год.
К тенденциям развития современных цифровых сетей относится предостав-
ление услуг по передаче видеoinформации и др.. Все это влечет за собой
повышение скоростей передачи до уровня сотен мегабит в секунду. Однове-
ременно расширяются территории, охватываемые отдельной сетью, от несколь-
ких километров до десятков и увеличивается количество абонентов отдельных
сетей до 10-и тысяч и более, что сопоставимо с аналогичными характерис-
тиками типичных Автоматических Телефонных Станций (АТС). Характеристи-
ки современных цифровых АТС таковы, что позволяют организацию службы
связи и информационных систем на единой основе. И одним из актуальных
направлений развития современных сетевых технологий является ее широкое
внедрение в сферу телефонного сервиса.

Целью данной диссертационной работы является:

- разработка метода территориального рассредоточения АТС на базе АВС,
ее структуры и алгоритма функционирования;
- исследование характеристик АВС и ее сравнительный
анализ с существующими АВС;
- разработка методов экспресс оценки инженерных решений и их сравнительный
анализ с результатами моделирования;
- разработка структуры отдельных элементов рассматриваемой АТС и их
экономическое обоснование;

В рамках данной диссертационной работы решены:

- задачи экспресс оценки инженерных решений для территориально
рассредоточенной АТС на базе АВС;
- проведен сравнительный анализ результатов экспресс оценки с результатами
моделирования для кольцевых АВС. показана корректность полученных
инженерных формул;
- разработана структура территориально рассредоточенной АТС;
- разработаны механизм повышения надежности системы путем введения второго
кольца в сети "Slotted Ring" с плавающей мониторинной станцией и алгоритм
функционирования этой кольцевой сети;

- разработаны рекомендации для построения телефонной сети малого города на базе АТС распределенной структуры;

Научной новизной данной работы являются:

- проведенные исследования локальных сетей как основы распределенных АТС;
- разработка экспресс методов оценки структур проектируемых распределенных АТС;
- сравнительный анализ результатов имитационного моделирования распределенных АТС с результатами экспресс оценок

Практической ценностью данной работы является разработка системы распределенной АТС, позволяющей намного сократить расходы по телефонизации и обслуживанию телефонных абонентских сетей.

Апробация работы. Отдельные части диссертации докладывались на международных конференциях, семинарах кафедры Многоканальной Электросвязи Ереванского Государственного Инженерного Университета, Ереванского Научно-Исследовательского Института Средств Связи и СП "АРМЕНТЕЛ".

Публикации. По работе имеется 5 публикаций.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 115 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержащего 81 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности темы исследования, новизны и практической ценности полученных результатов. В виде краткой аннотации описывается содержание основных глав работы.

В первой главе рассмотрены структура современных телефонных сетей, составляющих ее компонент, принятые в них системы оцифровывания речи. Анализ характеристик телефонных систем показал, что наиболее надежные и эффективные - это полностью цифровые, на распределенных мультипроцессорах, к которым относятся и АВС.

Одно из требований пользователей АВС - смещение системы обеспечения телефонного сервиса и информационных сетей предприятия в рамках единой АВС. Рассмотрены основные характеристики АВС, связанные со средой передачи, топологией и методом доступа. Приведены сравнение АВС по этим характеристикам, показано, что наиболее эффективными по скорости передачи при большом числе активных станций являются детерминированные

методы доступа с децентрализованным управлением. Рассмотрены протоколы АВС, методики их разработки, описаны методы проектирования и исследования систем на основе АВС.

Метод натуральных испытаний наиболее точный, но трудоемкость и дороговизна делает ее наименее применяемой. Большинство работ по аналитическому моделированию посвящено исследованию АВС с методом доступа CSMA/CD. Преимущество метода - дешевизна разработки, малое время получения результатов, однако точность его сравнительно низка. Из-за сложности АВС для их исследования часто используют методы имитационного моделирования. Разработаны языки и системы моделирования GPSS, СИМПАС, СНВПС, DISS и т.д.. Большинство работ по имитационному моделированию затрагивают общие характеристики, не всегда отражают все факторы, влияющие на производительность АВС.

Для обеспечения телефонного сервиса на базе АВС, необходимо решить следующие задачи:

- выбор метода доступа к среде в АВС и определение необходимости обеспечения гарантированного времени доступа;
- выбор физической среды исходя из требуемых скоростей передачи;
- определение требований на формат и размеры пакетов;
- организация взаимодействия с другими телефонными системами;

Эти задачи первоначально решались интуитивно, являющиеся причиной несоответствия внедренных АВС требованиям пользователей. Поэтому перечисленные задачи при проектировании АТС на основе АВС требуют проведение исследований в каждом конкретном случае. Проводить оценку требуемых параметров необходимо на основании известного трафика пользователя, что позволит спроектировать АВС, наиболее подходящую для конкретного применения. При этом необходимо решить ряд задач:

- территориального распределения АТС, разработки ее структуры и алгоритма функционирования;
- формализации представления о работе АТС на основе АВС;
- разработки метода оценки качества обслуживания АТС на базе АВС и исследования ее характеристик;
- разработки структуры отдельных элементов АТС и их экономическое обоснование;

Наличие расчетных формул для экспресс оценки проектных решений позволит провести их быстрый анализ и оценить целесообразность продолжения работ в выбранном направлении. Рассмотрены проблемы внедрения систем речевого сервиса в АВС, обоснованы возможности построения АТС распреде-

точной структуры на базе кольцевой АВС, необходимость разработки методики экспресс оценки ее характеристик.

Во второй главе рассмотрены основные функции выполняемые оборудованием коммутационной станции. Отмечено, что среди различных систем группобразования в телефонии, временное разделение используется при передаче цифровых сигналов, принятое также в АВС.

Структура кольцевых сетей - последовательно соединенные однонаправленные линии, образующие замкнутую цепь. Каждый узел сети восстанавливает входящий сигнал и передает его заново, производит полную логическую обработку сигнала, связанную с передачей и приемом информации из кольца.

Достоинства кольцевой сети состоят в возможности динамического перераспределения ее пропускной способности в зависимости от условий обмена, простота подсоединения новых узлов, не влияющая на рабочие показатели любого из существующих. Кольцевые сети не имеют присущих другим пределов длины линии передачи или числа узлов, поскольку вся передача осуществляется в одном направлении.



Рис.1 Структура двойного кольца

Недостатком кольца является ее уязвимость по отношению к выходу из строя любой линии или узла, приводящей к полной ее неработоспособности. Надежность повышается использованием второго, работающего в обратном направлении кольца. В исправном состоянии, обратная петля используется как отдельная цепь обмена. На время разрыва кольца, с целью подключения нового узла или при сбоях каналов, как видно из рис. 1, кольцо распадается на ряд автономно функционирующих сегментов, самостоятельно воссоединя-

ющихся по мере восстановления. Сособность передачи речи - необходимость обеспечения гарантированного времени доступа к сети, речевой трафик должен передаваться "непрерывно", небольшими порциями. Для передачи такого трафика наиболее подходящей является сеть "Slotted Ring". Она инициируется мониторинжной станцией вводом в кольцо необходимого числа пустых 40 битных пакетов, формат указан на рис. 2, с интервалом не менее трех бит. Далее мониторинжная станция в каждом проходящем полном пакете проверяет поле бита монитора. Если этот бит равен "1", то станция отправитель не освободила вернувшийся пакет и это выполняется мониторинжной станцией. Если этот бит равен "0", то устанавливает его в "1". Этим достигается защита кольца от переполнения полными пакетами.

P	F/E	M	DNA	SNA	DATA	II	RB	CB
1	2	3	4-11	12-19	25-35	37	38,39	40

где:

P - бит-преамбула; SNA - адрес отправителя;
 F/E - полный/пустой; DATA - поле данных;
 M - бит монитора; II - признак информации;
 DNA - адрес получателя; RB - биты ответа;
 CB - контрольный бит.

Рис.2 Формат пакета

Пакеты непрерывно вращаются в сети. Станция, имеющая пакет для передачи, дожидается прибытия пустого, устанавливает поля "F/E" в "1", "M" - в "0", заполняет поля DNA, SNA, DATA. Далее пакет проходит до станции-приемника, формирующего значение RB (00-занят; 01-принят; 10-отвергает; 11-отключен), и пакет возвращается на станцию-отправитель, освобождающую его (F/E=0), поступаая в соответствии с RB.

Возможности сети по передаче информации в реальном масштабе времени определяются средним временем передачи сообщений ($T_{пср}$) и временем однократного доступа ($T_{од}$), а целесообразность использования АВС для телефонного сервиса, также числом одновременно поддерживаемых речевых каналов. В соответствии с ISO DIS 8802/7 общая пропускная способность кольца - ρ определяется соотношением:

$$\rho = F \times \lambda \times n / (n \times (\lambda + 27) + G) \quad (1)$$

где: F - частота передачи информации по каналу;
 n - число пакетов, находящихся в кольце;
 λ - число информационных бит в пакете;
 G - интервал между последним и первым пакетами.

В отличие от ISO DIS 8802/7, в соотношении включен 3-х битный интервал между пакетами дающая более точную оценку. Число пакетов n , в кольце, определяется:

$$n = \lfloor (N\delta + (L/v)/\tau) / (\lambda + 27) \rfloor \quad (2)$$

где: N - количество узлов в кольце;
 δ - задержка в битах на каждый узел;
 L - общая длина кольцевого кабеля;
 v - скорость распространения сигнала;
 τ - длительность одного бита;
 λ - число информационных бит в сегменте;

Величина G в 2.1 (1) определяется как:

$$G = (N\delta + (L/v)/\tau) - n \times (\lambda + 27) \quad (3)$$

Если в кольце находится n пакетов, пропускная способность кольца перераспределяется между ними:

$$R_s = \rho/n \quad (4)$$

где: R_s - пропускная способность приходящая на один пакет;

В соответствии с алгоритмом доступа к среде:

$$R = \rho/(n+1) \quad (5)$$

где: R - доля пропускной способности кольца на один узел;

В реальных условиях в кольце имеется более одного одновременно передающих узлов и когда:

$$k > n \quad (6)$$

где: k - число одновременно передающих узлов;

в соответствии с ISO DIS 8802/7 гарантированное время поступления пустых пакетов на вход узла оценивается:

$$T_{acc} = T_s \times (k+1) \quad (7)$$

где: T_{acc} - время поступления пустого пакета;
 T_s - длительность одного пакета;

Особенностью протокола является то, что среда передачи не насыщается, пока число одновременно передающих узлов не превысит количества пакетов в кольце. И в распределенной АТС на базе такой сети:

$$\Sigma = n \cdot Z \quad (8)$$

где: Z - число абонентов, обслуживаемых одним узлом;
 Σ - число абонентов имеющих одновременный доступ к каналу;

При этом Z оценивается как:

$$Z = R/\lambda \quad (9)$$

к

где: λ - пропускная способность канала, необходимая для обеспечения одного речевого тракта;

Соотношения 1-9 составляют основу экспресс методики и позволяют произвести оценки характеристик сети с протоколом "Slotted Ring".

Справедливость подхода подтверждается сравнительным анализом результатов полученных на основе приведенных соотношений и имитационного моделирования для кольцевой АВС "АНИ" при скорости передачи 10 Мбит/сек, задержке в узле 3 бита, числе узлов сети - 100, расстоянии между ними - 100м и числе информационных бит в пакете - 16. В соответствии с (1) $\rho = 3,63$ Мбит/сек, мало отличающаяся от имитационной модели - 3,15 Мбит/сек. Пропускная способность сети связана с числом информационных бит в пакетах, соотношения (1-3), и для $G=0$ представлена на рис. 3. В таблице 1 приведены сравнительные оценки T_{acc} и T_{msg} предлагаемой методикой, аналитической и имитационной моделями для сети с параметрами: длина сообщений - 16 байт, число узлов - 255, расстояние между ними - 100м, активных узлов - 100.

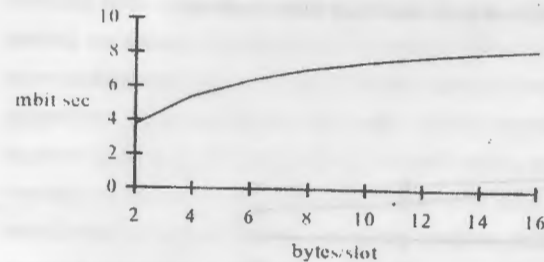


Рис. 3 Зависимость пропускной способности сети "Slotted Ring" от числа информационных байт в пакетах кольца

Таблица 1

	T_{msg}	T_{acc}
аналитическая модель	$4,01 \cdot 10^{-3}$	$5,65 \cdot 10^{-4}$
имитационная модель	$4,30 \cdot 10^{-3}$	$3,05 \cdot 10^{-4}$
экспресс-оценка	$3,48 \cdot 10^{-3}$	$4,35 \cdot 10^{-4}$

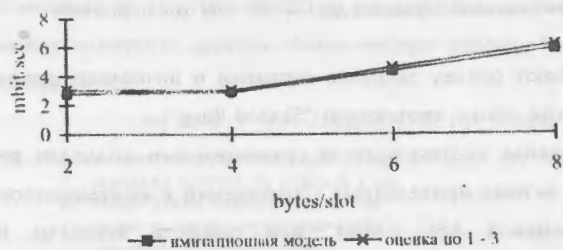


Рис.4 Зависимость ρ от числа информационных байт в пакетах

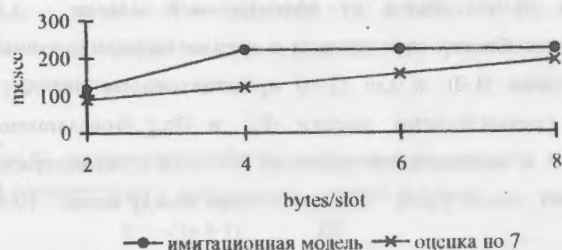


Рис.5 Зависимость $T_{ср}$ от числа информационных байт в пакетах

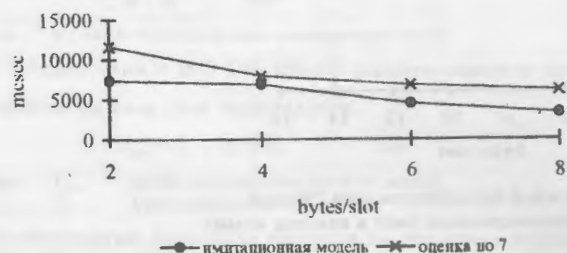


Рис.6 Зависимость T_{max} 256-и байтного сообщения от числа информационных байт в пакетах

На рис. 4-6 представлены результаты сравнительного анализа, проведенного в соответствии с 1-7 и имитационного моделирования для ЛВС "АНИ" с 20-ю узлами, расстоянием между ними - 50м, длине сообщений - 256 байт и активных узлов - 20. Результаты оценок достаточно близки, различие связано с игнорированием факторов распределения времени поступления пустого па-

кета, интенсивности поступления очередной порции информации, распределения передающих узлов и т. д., что указывает на обоснованность применения разработанной методики для проведения экспресс оценки.

В третьей главе рассмотрено двойное кольцо для распределенной АТС. В двойном кольце "Slotted Ring", учитывая случайность распределения отказавших узлов, функции мониторинга станции должен осуществлять любой узел сети, с исключением ситуации, когда одновременно два и более узлов одного кольца выполняют их, разработан алгоритм функционирования такой системы, включающий следующие фазы:

- начальная инициализация всей системы;
- регистрация отказа/восстановления узла/кольцевого тракта;
- переконфигурация и последующая инициализация системы;

Пусть система включена, инициализирована и станция (узел) с номером N обнаружила по одному из входов неисправность. Тогда она разрывает исправный канал и коммутирует вход исправного на выход неисправного, одновременно с этим посылает оповещение о неисправности входного канала на станцию $N+1$, со стороны которой выявлена неисправность, по которой эта станция тоже разрывает исправное кольцо и коммутирует вход неисправного канала на выход исправного, а по вновь созданному каналу станция N начинает инициализацию, посылая маркер инициализации с идентификатором отправителя. Время возврата маркера служит оценкой длины вновь сформированного кольца и поэтому узел N сможет взять на себя функции мониторинга станции. В новой конфигурации станция N непрерывно тестирует состояние неисправного входа и посылает эту информацию на станцию $N+1$, посылающей ответное сообщение по поврежденному тракту. Станция N получит его только по восстановлению, после чего она, вместо сигнала о неисправности, пошлет сигнал о восстановлении и станции, произведя обратные коммутации, вернут систему к прежней конфигурации, а станция N начнет новую инициализацию.

В случае образования двух колец, одно будет инициализировано, как описано. В другом станция, последней получившая сигнал о неисправности, ожидает время:

$$T_{идл} = [N_{идлmax} + 1] \cdot T_{идлmax} \quad (10)$$

где $N_{идлmax}$ - максимальный номер идентификатора;

$T_{идлmax}$ - максимальное время поступления маркера;

$T_{(idm)}$ - время выполнения маркером оборота в кольце максимально возможной длины.
Если за время $T_{(idm)}$ не поступает маркера инициализации, указанная станция запускает инициализацию этого кольца по описанному алгоритму.

Если при начальной инициализации вновь включившийся узел N не обнаружит сигналов с соседних ему узлов, $N-1$ и $N+1$, он будет непрерывно тестировать их состояние. При обнаружении включения хотя бы одного, узел N пошлет маркер инициализации через время:

$$T_{(id)} = N_{(idf)} \times T_{(ic)max} \quad (11)$$

где: $N_{(idf)}$ - номер идентификатора собственного узла;

$T_{(ic)}$ - время ожидания перед началом инициализации;

если за это время не поступит другой маркер. Если после включения станция N обнаружит наличие сигналов от соседних узлов, она подождет время $T_{(id)}$. Если за этот интервал не получит маркера, то процесс инициализации кольца запустит сама. Если маркеры инициализации пошлют одновременно два или более узлов, конфликт выявится по полю идентификатора отправителя. Тогда каждый из отправителей получив несовпавший маркер приостанавливает процесс на время:

$$T_{(idr)} = N_{(idr)} \times T_{(ic)max} \quad (12)$$

где: $N_{(idr)}$ - идентификатор узла

Если по истечении времени $T_{(idr)}$ узел не получит маркера от другого, он возобновит инициализацию. Ожидание на время $T_{(idr)}$ исключает возникновение конфликтной ситуации, поскольку все узлы имеют разные номера идентификаторов. Максимальное значение времени отказа системы $T_{(ifail)}$ выражается:

$$T_{(ifail)} = T_{(fwd)} + T_{(msg)} + T_{(rcol)} + T_{(id)} + T_{(ic)max} \quad (13)$$

где: $T_{(ifail)}$ - время полной потери работоспособности системы;

$T_{(fwd)}$ - время распространения сигнала от места расположения поврежденного узла или повреждения кабеля до приемника соседнего узла;

$T_{(msg)}$ - время от начала поступления искаженного сигнала до завершения процедуры формирования и передачи сигнала оповещения об отказе канала;

$T_{(rcol)}$ - время от начала запуска инициализации до момента регистрации конфликта;

Информация о неисправности узла доступна обслуживающему персоналу системы для оперативной диагностики и замены отказавшего, после чего система автоматически вернется к прежней конфигурации.

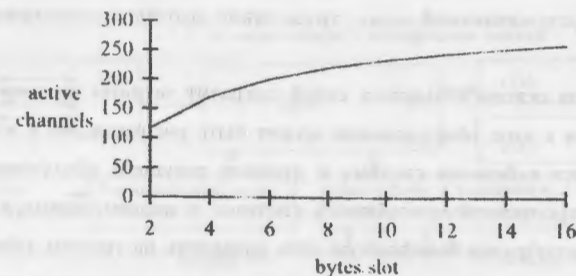


Рис.7 Зависимость числа одновременных речевых каналов от числа информационных байт в пакетах

Зависимость между числом одновременных речевых каналов и полосой пропускания тракта в рассматриваемой системе выражается как:

$$N = \Psi / \chi \quad (14)$$

где: Ψ - пропускная способность тракта передачи;

χ - необходимая полоса для одного речевого канала;

На рис. 7 представлена зависимость числа речевых каналов от формата пакетов в кольце при прямом кодировании речи с частотой 32 кгц на примере АВС "АНИ". Из рисунка видно, что при 16-и информационных байтах в пакете, число речевых каналов достигает значений более 250, означающее с учетом нагрузки 0,1эрл, создаваемой каждым пользователем, что число абонентов АТС на основе этой АВС достигнет значения 2500. В двойном кольце это число достигнет значения 5000. Повышение скорости передачи в кольце до 100 мбит/сек, и комплексное применение методов цифровой интерполяции (DSI) и сжатия речи до 6,4 - 9,6 кбит/сек в аппаратуре рассматриваемой системы позволит увеличить емкость распределенной АТС до 100 тысяч абонентов и более.

В четвертой главе рассмотрена разработка телефонной сети города с населением в 100 тысяч человек, построенная на основе кольцевых сетей. Принято, что население семейное, и семья состоит из 4-х человек, т.е. телефонная сеть будет иметь 25 тысяч абонентов.

При традиционной технологии для этого потребуются стационарные коммутационные станции, со сложной, громоздкой кабельной системой, здания к ним с необходимыми службами и коммуникациями для работающего

персонала, большой обслуживающий штат, трудоемкие работы по обслуживанию.

Телефонизация на основе кольцевых сетей сократит затраты на сооружения и коммуникации к ним, оборудование может быть расположено в жилых зданиях. Упростятся кабельная система и процесс текущего обслуживания. Для повышения пропускной способности системы и надежных характеристик сети, целесообразно телефонную сеть разделить на группы, обеспечив развязку информационных потоков. Установленное соединение в пределах каждой группы не будет занимать полосу другой и позволит обеспечить связь внутри групп параллельно. Отказ любого участка сети скажется только на той группе, в составе которой он окажется. Предполагая, что город застроен 50-и квартирными зданиями, то абоненты локализованы в группы по 50. Объединив каждое здание в отдельное кольцо, получим 500 миникольц. Исходя из характеристик двойного кольца с протоколом "Slotted Ring" и скоростью передачи 10 мбит/сек, внутри каждого такого кольца все абоненты будут обеспечены телефонным сервисом.



Рис.8 Структура телефонной сети малого города

Для более глубокой развязки информационных потоков, все здания разделяются на группы по 25 зданий, объединенные в кольцо 2-го звена иерархии. Всего будет 20 колец этого звена, объединенных в единое кольцо 3-го звена. Структура этой сети представлена на рис 8. Кольцо 1-го звена составлено абонентскими контроллерами и узлом, выполняющим функции моста к кольцу 2-го звена, составленного из этих узлов. В кольца 2-го звена включены также по одному узлу, выполняющего функции моста к кольцу 3-ей ступени, составленному из этих узлов. Для связи с внешними телефонными сетями в кольцо 3-ей ступени включаются соответствующие шлюзы.

Абонентские линии



Рис.9 Функциональная схема группового контроллера

Для минимизации стоимости подключения отдельного абонента в узлах кольца нижней ступени целесообразно использовать групповые контроллеры на 4 абонента, к которым подключены абонентские аппараты. Они функционируют как коммутационный центр и маршрутизатор. На рис. 9 представлена ее функциональная схема.

На рис.10 представлена функциональная схема контроллеров 2-го и 3-го звеньев. В структурном отношении они идентичны, различие состоит в требуемой производительности ЦПУ, памяти, в интерфейсных платах доступа к кольцам различных уровней.

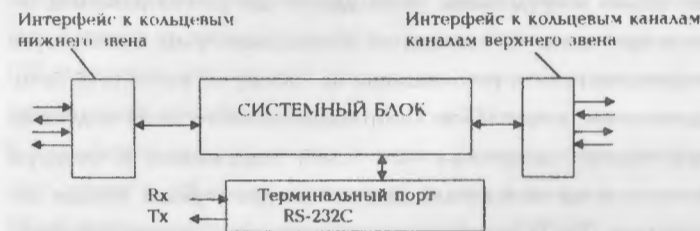


Рис.10 Функциональная схема контроллеров второго и третьего звеньев

На основе разработанной методики проведено исследование характеристик трехступенчатой иерархической архитектуры телефонной сети и на ее основе разработаны требования на характеристики кольцевых сетей различных уровней иерархии, на основные технические характеристики устройств сети. Групповой абонентский контроллер должен обеспечить пропускную способность 128 кбит/сек (при прямом кодировании речи в 32 кбит/сек), а кольцевая сеть 1-го звена должна обеспечить полосу пропускания 1600 кбит/сек и такую же должен обеспечить узел-мост к кольцу 2-ой ступени. Эта характе-

ридика кольца 1-ой ступени обеспечивается при скорости передачи 10 мбит/сек. В кольце 2-ого звена и узле-мосту к 3-му звену необходима пропускная способность 32 мбит/сек, достижимое изменением параметров MAC уровня в кольце 2-го звена, изменением формата передаваемых пакетов и скорости передачи в кольцах 25 мбит/сек, а для кольца 3-го звена необходима пропускная способность канала 800 мбит/сек, достижимая повышением скорости передачи в кольцах до 500 мбит/сек и соответствующим изменением MAC параметров 3-го звена.

Все эти оценки сделаны для случая, когда все 25 тысяч абонентов сети будут вести друг с другом телефонный разговор, предполагая, что все переговаривающиеся пары находятся в различных группах. Шлюз для обеспечения абонентов связью с внешними телефонными сетями должен иметь производительность 80 мбит/сек. Допускается подключение нескольких шлюзов, в зависимости от конкретных условий. Применение методов цифровой обработки речевых сигналов сократит требуемую производительность оборудования сети, позволит расширить сферу предоставляемых услуг, функционировать как транзитный узел для внешних телефонных сетей и сетей передачи данных.

Проведен анализ оборудования, необходимого для рассматриваемой телефонной сети и приведены требования на необходимые узлы в аппаратуре различных звеньев иерархии и рекомендации по выбору ее элементной базы. Обосновано применение в групповом контроллере нижнего звена модуля на основе однокристалльного процессора NEC V55PI, содержащего встроенную систему аналогового ввода на 4 канала. Для аппаратуры верхних звеньев подойдут 32-х разрядные IBM PC совместимые компьютеры с соответствующими интерфейсными картами. Проведены анализ и исследование экономических характеристик рассматриваемой телефонной сети и показано, что с учетом производства оборудования и установки системы в целом, удельная стоимость подключения одного абонента будет приближаться к 200 US\$.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основе рассмотрения широкого класса АВС с различными топологиями и методами доступа, а также принципов построения и характеристик

современных телефонных сетей, обоснована целесообразность построения абонентских телефонных сетей на основе АВС

2. Удобен выбор топологии кольца с методом доступа "Slotted Ring" для построения распределенной АТС. Обоснованы необходимость и целесообразность разработки методики экспресс оценки ее характеристик.

3. Разработана методика экспресс оценки общей пропускной способности, максимальной полосы пропускания, предоставляемой отдельному узлу кольца, максимального числа одновременных речевых каналов в кольце.

4. Проведен сравнительный анализ характеристик сети "Slotted Ring", полученных методами имитационного моделирования и экспресс оценки, показавший близкое соответствие результатов.

5. Предложены структура двойного разнонаправленного кольца для распределенной АТС, алгоритмы ее функционирования, инициализации и переконфигурации при повреждениях отдельных узлов. Разработана методика оценки длительности времени отказа.

6. Обосновано отсутствие отдельного узла мониторинга станции в двойном кольце и разработан алгоритм активизации ее функций в любом из узлов.

7. Получен график зависимости числа одновременно поддерживаемых речевых каналов от параметров MAC уровня. Обосновано применение методов DSI, цифрового сжатия речи, увеличение скорости в кольце до 100 мбит/сек, повышающие емкость кольцевых АТС до 300 тысяч.

8. Разработана трехступенчатая иерархическая структура телефонной сети малого города в 100 тысяч жителей на распределенных кольцах и произведен обзор необходимого оборудования для этой сети.

9. Выработаны технические требования к аппаратуре, производительность ее в различных звеньях сети и произведен ее экономический анализ. Показано, что удельная стоимость подключения абонента составит около 200 US\$, обоснована экономическая целесообразность организации телефонной сети малого города на распределенных кольцах "Slotted Ring".

10. Показано, что такая телефонная сеть, обладая резервами по полосе пропускания, в состоянии обеспечить сервис, предлагаемый в ISDN, функционировать как ретранслятор магистральных СВЧ и традиционных каналов передачи данных в глобальных сетях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркосян М.В. Карапетян К.С. Балманукян М.П. Саакян К.А. Чаликян С.Е. Архитектура локальной вычислительной сети "АНИ", Тезисы докладов 1-ой республиканской конференции "Перспективы развития комплексов и сетей и их внедрение в народное хозяйство республики". Ереван 1987г. стр.18-19.
2. Карапетян К.С. Балманукян М.П. Саакян К.А. Транспортная станция локальной вычислительной сети "АНИ" - Тезисы докладов 3-ей Всесоюзной конференции ЛОКСЕТЬ-88. Рига, 12-15 мая 1987г. том 2 стр.53-54
3. Маркосян М.В. Карапетян К.С. Саакян К.А. Балманукян М.П. Локальная вычислительная сеть "АНИ" и возможные области ее применения. Промышленность, Строительство и Архитектура Армении. Ереван 1989г. №6 стр.52-54
4. Саакян К.А. Реализация физического и канального уровней АВС. Всесоюзная научно-техническая конференция "Контроль и управление в современном производстве". Ереван 10-12 ноября 1988г. стр.121
5. М.В.Маркосян, К.А.Саакян Кольцевые сети как основа цифровой сети с интегральным обслуживанием. Международный форум информатизации МФИ-97. Тезисы международной научно-технической конференции "Микроэлектроника и информатика", Москва, Зеленоград, стр.77-79

ԱՄԵՐԻՓՈՒՄ

Այսատանքը նվիրված է սեռային հաշվողական ցանցերի ուսումնասիրությանը՝ բաշխված կառուցվածքով ավտոմատ հեռախոսային կայանների ստեղծման նպատակով: Ստացվել են հետևյալ հիմնական արդյունքները.

1. Դիտարկելով տարբեր տոպոլոգիա ու մուտային մեթոդներ ունեցող բազմատիպ ՏՀՑ-եր և ժամանակակից հեռախոսային ցանցերի կառուցման սկզբունքները, նրանց բնութագրերը, հիմնավորված է արձեռնասային հեռախոսային ցանցերի կառուցումը ՏՀՑ-րի հիման վրա:
2. Բաշխված կառուցվածքով ԱՀԿ-րի ստեղծման համար կատարվել է «Slotted Ring» մուտային մեթոդով օղակաձև տոպոլոգիայի ընտրություն: Հիմնավորված է նրա բնութագրերը գնահատելու համար էքսպրես մեթոդի մշակման անհրաժեշտությունը և նպատակահարմարությունը:
3. Մշակված է ընդհանուր բողոմակության, օղակի առանձին հանգույցին տրամադրվող մարսիմալ բողոմակության տիրույթի, օղակում միաժամանակ սպասարկվող ձայնային կանալների մարսիմալ քանակի արժեքների գնահատման էքսպրես մեթոդ:
4. Կատարված է «Slotted Ring» ցանցի իմիտացիոն մոդելավորման և էքսպրես գնահատականի մեթոդներով ստացված բնութագրերի համեմատական վերլուծությունը, որը ցույց տվեց արդյունքների մոտավոր համապատասխանությունը:
5. Բաշխված ԱՀԿ-ի համար առաջարկված են տարբեր ուղղությամբ աշխատող երկակի օղակ, նրա աշխատանքի, սկզբնական ինդիցիալիզացիայի և առանձին հանգույցի վնասման դեպքում նրա վերականգնվածման ալգորիթմները: Մշակված է խափանման ժամանակի տևողության գնահատման մեթոդը:
6. Հիմնավորված է երկակի օղակում առանձին մոնիտորային կայանի բացակայությունը և մշակված է նրա ֆունկցիայի ակտիվացման ալգորիթմը ցանցի ցանկացած հանգույցում:
7. Ստացված է միաժամանակ սպասարկվող ձայնային կանալների քանակի կախվածության գրաֆիկը MAC մակարդակի պարամետրերից: Հիմնավորված է DSI, ձայնի քվային սեղմման մեթոդների օգտագործումը և հաղորդման արագության բարձրացումը, որոնք բույլ են տալիս օղակաձև ԱՀԿ-րի ունակությունը հասցնել մինչև 300 հազար արձեռնաս:
8. Մշակված է 100 հազար բնակիչ ունեցող փոքր քաղաքների համար նախատեսված եռաստիճան հեռախոսային ցանցի կառուցվածքը, որը հիմնված է բաշխված օղակների վրա և կատարված է այդ ցանցի համար անհրաժեշտ սարքավորումների դիտարկումը:
9. Ցանցի սարքավորումների համար մշակված են տեխնիկական պահանջները ցանցի տարբեր հանգույցներում, կատարված է նրանց տնտեսական վերլուծությունը: Ցույց է տրված որ մի արձեռնասի միացման տեսակարար արժեքը կկազմի մոտ 200 US\$, հիմնավորված է տնտեսական նպատակահարմարությունը փոքր քաղաքների հեռախոսային ցանցերի կազմակերպումը բաշխված «Slotted Ring» օղակների վրա:
10. Ցույց է տրված որ նման հեռախոսային ցանցը, ունենալով բողոմակության ռեզերվներ, ի վիճակի է ապահովել ISDN-ում առաջարկվող սպասարկում, գործել որպես մագիստրալային գերբարձր հաճախակառության և տրադիցիոն տվյալների փոխանցման կանալների վերահաղորդիչ գլոբալ ցանցերում: