

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

«Разрешаю»
Допустить к защите
Зав. Кафедрой СиСПД
к.т.н., доц. Амирсаидов У.Б. _____
« ____ » _____ 2011 г.

**Выпускная
квалификационная работа бакалавра**

на тему: Алгоритм распределения потоков в транспортной системе
инфокоммуникационной сети

Выпускник Кулбоев. Т.У

Руководитель Нишанбаев .Т.Н

Рецензент

Консультант по ОТ и ТБ

Ташкент 2011

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет Телекоммуникации кафедра Сети и системы передачи данных
Направление 55222000

Утверждаю
_____ Зав. кафедрой
« ___ » _____ 2011 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Кулбоева Турабека Усаровича

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы _____ Алгоритм распределения потоков в транспортной системе инфокоммуникационной сети _____

Утверждена приказом по университету от « ___ » _____ 2011 г. № _____

2. Срок сдачи законченной работы _____

3. Исходные данные к работе _____

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих к разработке вопросов) _____

5. Перечень графического материала _____

6. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

7. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил

8. График выполнения работы

№	Наименование раздела	Срок выполнения	Подпись руководителя (консультанта)
1	Сервисы и услуги современных инфокоммуникационных сетей		
2	Проблемы управления потоками в ИКС		
3	Процессы управления разнородными потоками в ИКС		
4	Охрана труда и техническая		

Выпускник _____

подпись

« ____ » _____ 200__ г.

Руководитель _____

подпись

« ____ » _____ 200__ г.

В данной выпускной квалификационной работе на основе анализа протекающих в транспортной системе потоков разработан алгоритм их распределения по виртуальным каналам телекоммуникационной сети.

Рассмотрены вопросы управления потоками и взаимодействия компонентов ССП между собой.

В разделе техники безопасности обоснованы вопросы создания автоматизированных рабочих мест.

Ushbu bitiruv malakaviy ishida infokommunikatsion tarmog`i transport tizimidagi axborot oqimlarining tahlili natijasida virtual kanallar bo`yicha ular taqsimotining algoritmi ishlab chiqilgan.

SSP tarmog`i komponentlarining o`zaro aloqalari va axborot oqimlarining boshqaruvi masalalari ko`rib chiqilgan.

Texnika xavfsizligi bo`limida avtomatlashtirilgan ish joylarini yaratish masalalari ko`rib chiqilgan.

In the given final qualification work the algorithm of distribution in virtual channel of telecommunication network on the basic of analysis of streams taking place transportation system has been worked out. Streams management issnes and cooponents have been examined. In the section of security technics the issues of automated work places creation have been grounded.

Содержание	Стр.
Введение	2
I. Современные инфокоммуникационные сети и пути их развития	5
1.1. Структура и сервисы современных ИКС	5
1.2. Основные компоненты и функции современных ИКС	12
Выводы по главе 1	19
2. Технологическая основа построения транспортной системы ИКС	20
2.1. Управление потоками сообщений в транспортной системе ИКС	20
2.2. Взаимодействие рассредоточенных компонентов транспортной системы ИКС между собой	29
2.3. Назначение протокола MPLS в транспортной системе ИКС	32
Выводы по главе 2	40
3. Особенности передачи разнотипных потоков в транспортной системе инфокоммуникационной сети	41
3.1. Анализ потоков, протекающих в телекоммуникационной сети транспортной системы ИКС	41
3.2. Описание алгоритма распределения потоков в транспортной системе ИКС.	50
Выводы по главе 3	54
4. Охрана труда и техническая безопасность	55
Заключение	61
Список использованной литературы	62
Приложение	

Введение

Последнее время широкое развитие получили сети и системы, построенные на основе интегрированного использования средств обработки и передачи, обеспечивающие взаимодействие информационных процессов (ИП) и предоставляющие пользователям широкий спектр услуг по обмену и обработке различных видов информации. Такие сети получили название инфокоммуникационных сетей. В них под информационными процессами понимается совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов выявления, отбора, формирования из совокупности сведений информации, ее ввода в техническую систему обработки, анализа, хранения и передачи.

Инфокоммуникационная сеть в конечном итоге подразумевает создание глобального информационного общества - общества, в котором информация становится главным экономическим ресурсом, а информационный сектор становится главным средством повышения эффективности производства, укрепления конкурентоспособности, как на внутреннем, так и на мировом рынке.

Новое выражение «Глобальная информационная инфраструктура (ГИИ)» понимается как совокупность сетей, аппаратуры конечного пользователя, информации и человеческих ресурсов, которая может быть использована для доступа к полезной информации, для связи пользователей друг с другом, работы, обучения, получения искомой информации в любое время и в любом месте по приемлемой цене¹.

Глобальная информационная инфраструктура призвана обеспечить возможность доступа к информационным ресурсам каждого члена общества в глобальном масштабе.

¹ Recommendation ITU-T. Y.101 Global Information Infrastructure terminology: Terms and definitions.

Информационную инфраструктуру глобальной сети составляет совокупность баз данных, средств обработки информации, взаимодействующих сетей телекоммуникаций и терминалов пользователей.

Глобальная информационная инфраструктура рассматривается в качестве будущей инфраструктуры информационного общества, обслуживающей его информационные (науку, образование, средства массовой информации, рекламу и т. д.) и другие структуры.

Основополагающими принципами ГИИ являются:

- обеспечение межсетевого соединения и взаимодействия;
- развитие глобального рынка сетей, услуг и приложений;
- гарантирование конфиденциальности и защиты данных;
- защита прав интеллектуальной собственности;
- сотрудничество в научно-исследовательской деятельности и в разработке новых приложений.

Доступ к информационным ресурсам в ГИИ реализуется посредством услуг телекоммуникаций нового типа, получившие название услуги информационного общества или инфокоммуникационные услуги. Наблюдаемые в настоящее время высокие темпы роста объемов предоставления инфокоммуникационных услуг позволяют прогнозировать их преобладание на сетях телекоммуникаций в ближайшем будущем.

Резюмируя выше изложенное отметим, что инфокоммуникационные сети отражают процесс слияния двух отраслей - телекоммуникационной и информационной (телефонной и компьютерной). Благодаря этому обеспечивается широкий набор услуг, начиная с классических услуг телефонии и кончая различными услугами предоставления информационных ресурсов и передачи данных или их комбинацией.

Качественное представление сервиса инфокоммуникационной сети широкому кругу пользователей зависит от множества факторов - создания и размещения информационных ресурсов, построения коммуникационной сети, надежного и бесперебойного функционирования всех компонентов

сети и в частности от оптимального распределения разнотипных потоков в сети с ограниченными пропускными способностями каналов связи.

Поэтому изучение существующих методов построения и функционирования инфокммуникационных сетей, а также разработка алгоритмов распределения разнотипных потоков в сети с ограниченными пропускными способностями представляется чрезвычайно актуальной задачей, позволяющей оптимально в смысле выбранного критерия решить задачи синтеза и распределения информационных ресурсов и услуг по инфокоммуникационной сети с распределенной структурой.

I. Современные инфокоммуникационные сети и пути их развития

1.1. Структура и сервисы современных ИКС

Современные инфокоммуникационные сети представляют собой новую концепцию сети, которые обеспечивают передачу всех видов «медиа-трафика» и предоставляют неограниченный спектр телекоммуникационных услуг с возможностью их добавления и редактирования. Они являются результатом эволюционного развития существующих телекоммуникационных сетей, отражающийся в слиянии разнотипных сетей и технологий и функционируют под одной платформой управления, имея общее ядро для мобильной и фиксированной связи. В итоге абоненты получают единый набор услуг как для телефонной сети общего пользования, так и для IP-телефонии, и мобильной сети, а также для передачи данных.

Главная архитектурная особенность таких сетей заключается в том, что передача и маршрутизация пакетов и базовые элементы транспортной инфраструктуры (каналы, маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы) физически и логически отделены от устройств и механизмов управления вызовами и доступом к услугам.

Обобщенная архитектура современных инфокоммуникационных сетей показана на рис. 1, из которой видна следующая иерархия сетевой инфраструктуры: уровень опорной коммутации, уровень управления коммутацией и передачей информации, уровень управления услугами, уровень доступа.

Задачей уровня опорной сети коммутации является коммутация соединений и прозрачная передача информации. Уровень управления сетью (коммутацией и передачей) служит для обработки сигнальных команд, маршрутизации вызовов и управления потоками. Уровень управления услугами содержит в себе функции предоставления услуг и доступа к

приложениям. Уровень доступа предоставляет широкий набор интерфейсов для подключения к услугам сети.

Организационная структура инфокоммуникационной сети. представляет собой сложную, распределенную в пространстве технологическую систему, представляющую собой функционально связанную совокупность аппаратно-программных средств обработки и обмена информацией, которая состоит из территориально распределенных информационных узлов (подсистем обработки информации) и физических каналов передачи информации.

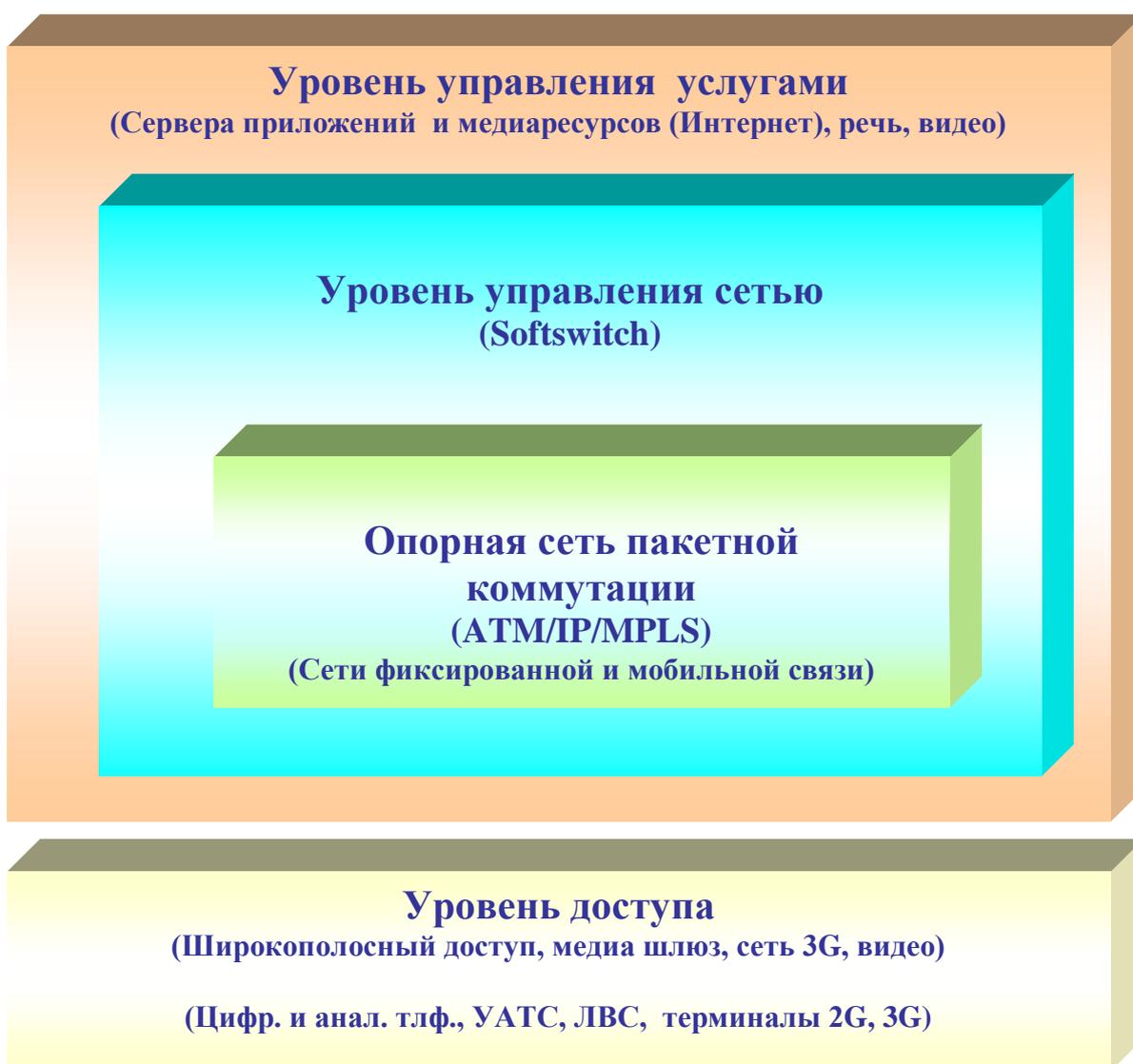


Рис.1. Обобщенная архитектура современных инфокоммуникационных сетей

Инфокоммуникационную сеть как сложную систему можно описать путем расчленения ее на множество структур, каждая из которых содержит элементы, выделенные на соответствующем уровне рассмотрения сети.

Принципы построения инфокоммуникационной сети основываются на такие понятия, как иерархичность (расположение частей и элементов целого в порядке от высшего к низшему), коммуникативность (множественность связей в системе, внешних - со средой и внутренних - между подсистемами и элементами), интегративность (проявление системой интегративного качества, не свойственного отдельным ее элементам).

В настоящее время существует ряд архитектур, согласующиеся и несогласующиеся с международными стандартами, среди которых можно выделить²:

- архитектуру сети Интернет;
- системную сетевую архитектуру (SNA) и системную прикладную архитектуру (SAA) фирмы IBM;
- архитектуру широкополосной сети (BNA), также предложенной IBM;
- архитектуру дискретной сети (DNA) фирмы DEC и др.

Следует особо отметить, что примером стандартизированной архитектуры инфокоммуникационных сетей, выполняющих функции обработки и передачи информации в территориально распределенных узлах сети, является семиуровневая архитектура эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМ ВОС (Open System Interconnection, OSI)).

Эталонная модель ВОС и функции, реализуемые различными уровнями эталонной модели, по своей сути обобщают все существующие сетевые архитектуры.

Инфраструктура современных инфокоммуникационных сетей представляет собой распределенную в пространстве программно-техническую систему, представляющую собой функционально связанную совокупность

² Инфокоммуникационные сети: архитектура, технологии и, стандартизация. Под редакцией д.т.н. А.А. Сахнина Москва 2004

аппаратно-программных средств обработки и обмена информацией, и состоящую из территориально распределенных подсистем обработки информации, узлов коммутации и физических каналов передачи информации. Все подсистемы в совокупности определяют физическую структуру сети.

Для описания принципов построения и функционирования сети используются следующие понятия:

- понятия физической структуры;
- понятия о логической и информационной структуре, описывающие размещения компонентов и их взаимодействие в распределенной сети (взаимодействие тех или иных информационных ресурсов и процессов);
- понятия архитектуры сети, определяющие принципы построения и функционирования инфокоммуникационной сети в целом.

С точки зрения структурной организации инфокоммуникационная сеть состоит из следующих компонентов:

- транспортной сети, представляющей собой распределенную систему, состоящую из узлов коммутации, соединенных каналами первичной сети, обеспечивающей передачу информации между территориально распределенными абонентскими сетями (АС) и реализующей в рамках ЭМ ВОС функции трех нижних уровней функциональной архитектуры;
- абонентских сетей (АС), представляющих собой комплекс аппаратно-программных средств, реализующих функции содержательной обработки информации посредством соответствующих пакетов программ (ПП) и обеспечения доступа пользователей (абонентов) к распределенным информационным ресурсам, а также взаимосвязи потребителей информации между собой посредством транспортной сети.

Выделение во всей совокупности АС функций взаимосвязи позволяет в рамках информационной сети выделить еще один элемент - телекоммуникационную сеть (ТКС), обеспечивающую взаимодействие прикладных процессов в информационной сети, реализующую функции всех уровней

функциональной архитектуры и включающую физическую среду распространения, через которую происходит передача сигналов данных, несущих информацию.

Таким образом, современные инфокоммуникационные сети это не только сети транспорта и доступа, но еще и сети поддержки и сервиса, то есть сети синхронизации, сигнализации, управления, сети передачи сигналов времени и т. п. Все они имеют собственные технические и, в частности, вычислительные средства и решают во взаимосвязи поставленные задачи.

В совокупности сети транспорта, доступа, поддержки и сервиса, частично взаимодействуют между собой, но такое взаимодействие происходит лишь по мере необходимости и не рассматривается как существенный принцип их развития и совершенствования в условиях автономности существования этих подсетей.

Анализ исследований разнообразных инфокоммуникационных сетевых структур позволяет сделать предположения о том, что инфокоммуникационная среда будущего будет основываться на многомерные сети³, то есть инфокоммуникационные сети по всей видимости будут развиваться по пути объединения разрозненных по технологии и идеологии построения сетей в единую сетевую структуру с общими принципами доступа и предоставления сервиса.

Под многомерностью в данном случае понимается способ объединения разрозненных по идеологии и технологии построения сетей в единое целое. При этом многомерные сети не обязательно должны иметь четко выраженное деление на сети транспорта, доступа и поддержки и сервиса.

Поэтому в инфокоммуникационных сетях будущего, по-видимому, станет возможным за счет использования многомерной структуры сети и многоядерных вычислительных средств обеспечивать обмен информацией и предоставление разнообразных услуг потребителям по общеизвестной схеме

³ Г.В.Коновалов внс ФГУП ЦНИИС, «Электросвязь», № 4, 2008



Рис.2. Схема представления услуг в инфокоммуникационных сетях

При таком подходе доступ, транспортировка, сервис, поддержка (синхронизация, сигнализация и т. д.) — это внутреннее дело будущей интегрированной инфокоммуникационной сети. Её многомерная архитектура предоставляет возможность совместного решения задач, возложенных на составляющие сети.

В сетях будущего поколения с многомерной структурой может быть использованы рассредоточенные информационные ресурсы и ресурсы вычислительных средств, имеющие разные платформы, к которым могут иметь доступ от различных терминальных устройств пользователи всех подсетей многоуровневой сети.

Иными словами, инфокоммуникационная сеть в перспективе будет представлять собой многомерную и, как правило, многоуровневую сеть, в которую интегрированы транспортная сеть, сеть синхронизации, сеть сигнализации и другие сети поддержки транспорта и доступа, а также сервисные сети для совместного надежного, качественного и безопасного предоставления разнообразных услуг потребителям (пользователям).

Качественное представление сервиса инфокоммуникационной сети широкому кругу пользователей зависит от множества факторов и в частности:

- создания и размещения информационных ресурсов;
- построения коммуникационной сети;
- надежного и бесперебойного функционирования всех компонентов сети и т. д.

Поэтому изучение существующих методов построения и функционирования инфокоммуникационных сетей, а также проведение научно - исследовательской работы в этой области представляется чрезвычайно актуальной задачей, позволяющей оптимально в смысле выбранного критерия решить задачи синтеза и распределения информационных ресурсов и услуг по инфокоммуникационной сети с распределенной структурой.

Из всего круга проблем, обеспечивающих качественный сервис пользователям, вопросы управления инфокоммуникационной сетью занимают особое положение, которые направлены на полное, своевременное и с наименьшими затратами обслуживания поступивших заявок пользователей.

При этом задачи синтеза структуры сетей и управления информационными потоками, обеспечивающие эффективно решить задачи размещения информационных и вычислительных ресурсов, а также позволяющие найти оптимальное (в смысле выбранного критерия) решение вопроса транспортировки данных между системами обработки, терминальных систем и коммуникационных центров, являются одним из ключевых, позволяющих решить проблемы по:

- предотвращению ошибок при передаче сообщений;
- блокировке и перегрузке в транспортной сети;
- выбору маршрута и транзитных центров и т. д.

То есть они фактически направлены на распределение ограниченных, территориально рассредоточенных ресурсов ИКС (ССП).

Принципы исследования информационных процессов непосредственно сопряжены с методологией исследования, определяемой концепциями модели взаимодействия открытых систем и модели глобальной информационной инфраструктуры.

В связи с этим исследования ССП проводятся в области конкретизации уровней и правила взаимоотношений между ними, определяемые по международным концепциям и стандартам, реализуемым на основе однородных функций в целях обеспечения совместной работы разнотипных технологий при внутри и межсистемном взаимодействии.

На основе такого исследования разрабатывается обобщенная модель структуры сети, состоящая из коммуникационных центров, дислоцированных в рассредоточенных точках и соединенных между собой с помощью каналов связи с разными пропускными способностями, к которым подключены абонентские системы, содержащие информационные ресурсы и приложения, а также терминалы пользователей.

В следующих разделах работы на основе описания характеристик внешнего трафика, поступающая в сеть, и внутреннего трафика, протекающего по сети, приводится описание способа распределения разнотипных потоков в телекоммуникационной среде ССП.

1.2. Основные компоненты и функции современных ССП

Как показано в предыдущем разделе, основными компонентами ССП является средства, обеспечивающие услуги и сервисы (сервера приложений, медиаресурсов (Интернет), передача речи и видео и т. д.) средства управления транспортировкой данных, средства доступа к сервисам и услугам ССП.

Обобщенная архитектура ИКС отражает состав ее основных элементов и интерфейсы между ними и обеспечивает формирование вариантов построения телекоммуникационной, инфокоммуникационной и управляющих компонентов ИКС с целью определения рациональных решений их создания

Основными элементами обобщенной архитектуры ИКС являются:

- цифровая транспортная сеть связи, представляющая собой часть сети электросвязи, которая выполняет функции переноса (транспортирования) потоков сообщений от их источников из одной сети доступа к получателям сообщений другой сети доступа путем распределения этих потоков между сетями доступа;

сеть абонентского доступа, обеспечивающая подключение пользовательского оборудования отправителя (получателя) сообщений к узлу доступа, являющегося граничным между сетью доступа и транспортной сетью связи;

- компоненты, реализующие управление вызовом (сеансом) и услугами, а также осуществляющие преобразование интерфейсов и протоколов, необходимого при взаимодействии с традиционными (существующими) сетями связи и с сетями различных операторов. Под протоколом понимается совокупность правил (процедур), регламентирующих взаимодействие элементов сети электросвязи.

Цифровая транспортная сеть связи (далее — транспортная сеть связи) должна предоставлять широкополосные транспортные ресурсы и обеспечивать их эффективное использование с применением современных технологий пакетной коммутации, интеллектуальных сетей и технологий широкополосного доступа. Она базируется на таких технологиях, как ПЦИ, СЦИ, WDM, DWDM, ATM, IP, MPLS и их комбинациях. Использование технологий на транспортной сети связи определяется средой распространения сигналов, экономическими и потребительскими факторами.

Сети абонентского доступа обеспечивают доступ пользователей к сетевым ресурсам и услугам ИКС. К ним относятся региональные пакетные

сети доступа, региональные IP-сети, узкополосные и xDSL-доступа и др. В удаленных регионах с малоразвитой кабельной инфраструктурой используются сети абонентского радиодоступа, построенные на технологиях Radio-Ethernet и др. Для организации доступа пользователей к магистральной транспортной сети связи применяются каналы систем спутниковой связи.

Функциональные возможности ИКС, а соответственно и ее функциональная архитектура, полностью определяются потребностями пользователей (прикладных процессов) в передаче различных видов информации с заданными параметрами качества услуг.

Основой построения функциональной архитектуры современных ИКС является профиль протоколов, представляющий собой взаимоувязанный перечень протоколов (стандартов) и обеспечивающий реализацию функций взаимосвязи в компонентах ИКС.

В настоящее время существует ряд различных архитектур, среди которых можно выделить следующие:

- архитектуру сетей Интернет;
- системную сетевую архитектуру SNA (Systems Network Architecture) и системную прикладную архитектуру SAA (Systems Application Architecture), разработанных корпорацией IBM;
- архитектуру широкополосной сети BNA (Broad Network Architecture), также предложенной IBM;
- архитектуру цифровой сети DNA (Digital Network Architecture) фирмы DEC;
- открытую сетевую архитектуру ONA (Open Network Architecture) фирмы British Telecom и др.

Примером детально проработанной и стандартизированной архитектуры для ИКС, ориентированной на реализацию только функций взаимосвязи открытых систем (ВОС) при взаимодействии информационных процессов, выполняющих функции содержательной обработки информации в

территориально распределенных узлах сети, является семиуровневая архитектура эталонной модели взаимосвязи открытых систем (ЭМ ВОС).

ЭМ ВОС и функции, реализуемые различными уровнями эталонной модели, по своей сути обобщают все существующие сетевые архитектуры.

К основным функциональным принципам организации современных сетей относится принцип организации служб. Его реализация требует формирования:

- служб переноса и телеслужб;
- служб доступа к сетевым информационным ресурсам (информационно-справочные службы);
- системы сигнализации;
- системы нумерации и адресации;
- системы синхронизации;
- системы управления.

В рекомендациях МСЭ-Т в контексте “службы электросвязи” определены “службы переноса” и “телеслужбы”. Под “службой переноса” понимается вид службы электросвязи, обеспечивающий возможность передачи сигналов между точками доступа пользователя в сеть. К данному виду относят службу передачи данных. Под “телеслужбами” понимается вид службы электросвязи, обеспечивающий реализацию всех возможностей сети электросвязи между пользователями в соответствии с принятыми протоколами.

При рассмотрении возможностей служб говорится о предоставлении пользователям различных услуг (видов сервиса). Услуга — это функциональная возможность технологической системы по передаче информации с различным качеством или это возможности по обмену информацией, предоставляемые администрацией сети. На рис. 3 показана классификация служб электросвязи.

Система сигнализации как организационно-техническое объединение элементов ИКС предназначена для формирования и обмена сигнальной

информацией, обеспечивающей установление/ разъединение соединений в сетях электросвязи, управления ими при обслуживании вызовов абонентов при автоматической и заказной системе их обслуживания службами электросвязи, а также для решения задач технической эксплуатации элементов сетей электросвязи.

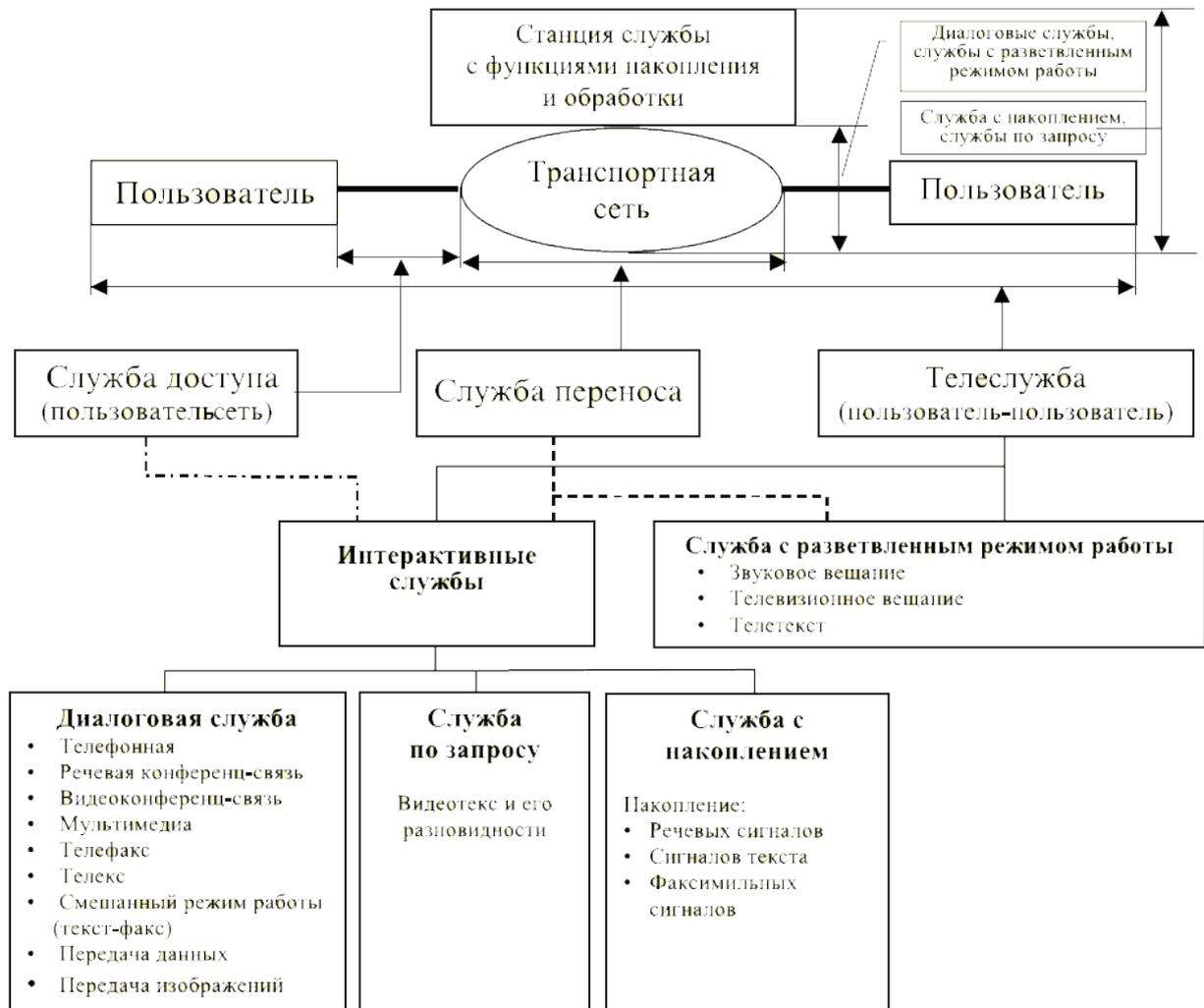


Рис.3. Укрупненная схема компонентов ИКС.

Основным методом обмена сигнальной информацией является метод общеканальной сигнализации (ОКС). Использование ОКС обеспечивает требуемую живучесть системы сигнализации, унификацию оборудования сигнализации, увеличение числа одновременно обслуживаемых заявок на предоставление услуг связи, сокращение времени прохождения информационных сообщений, их достоверность, возможность реализации

дополнительных видов услуг электросвязи, предоставляемых службами электросвязи.



Рис. 4. Услуги, предоставляемые сетью связи ССП.

Нумерация и адресация пользователей ИКС осуществляется исходя из используемых базовых телекоммуникационных технологий.

Для речевых служб, поддерживаемых сетями связи с коммутацией каналов (ТфОП и сети мобильной связи), а также сети связи на основе АТМ-технологии, поддерживающей практически все службы, используют двухуровневую систему адресации. В качестве первого уровня адресации, определяющего сетевое окончание, используется адрес формата. В качестве второго уровня адресации, определяющего окончное оборудование, подключенное к сетевому окончанию АТМ-сети, используется любой формат адреса окончной АТМ-системы.

Для поддержания эксплуатационных параметров в рабочем состоянии и обеспечения требуемого качества обслуживания компоненты сети управляются системой управления (рис. 5).

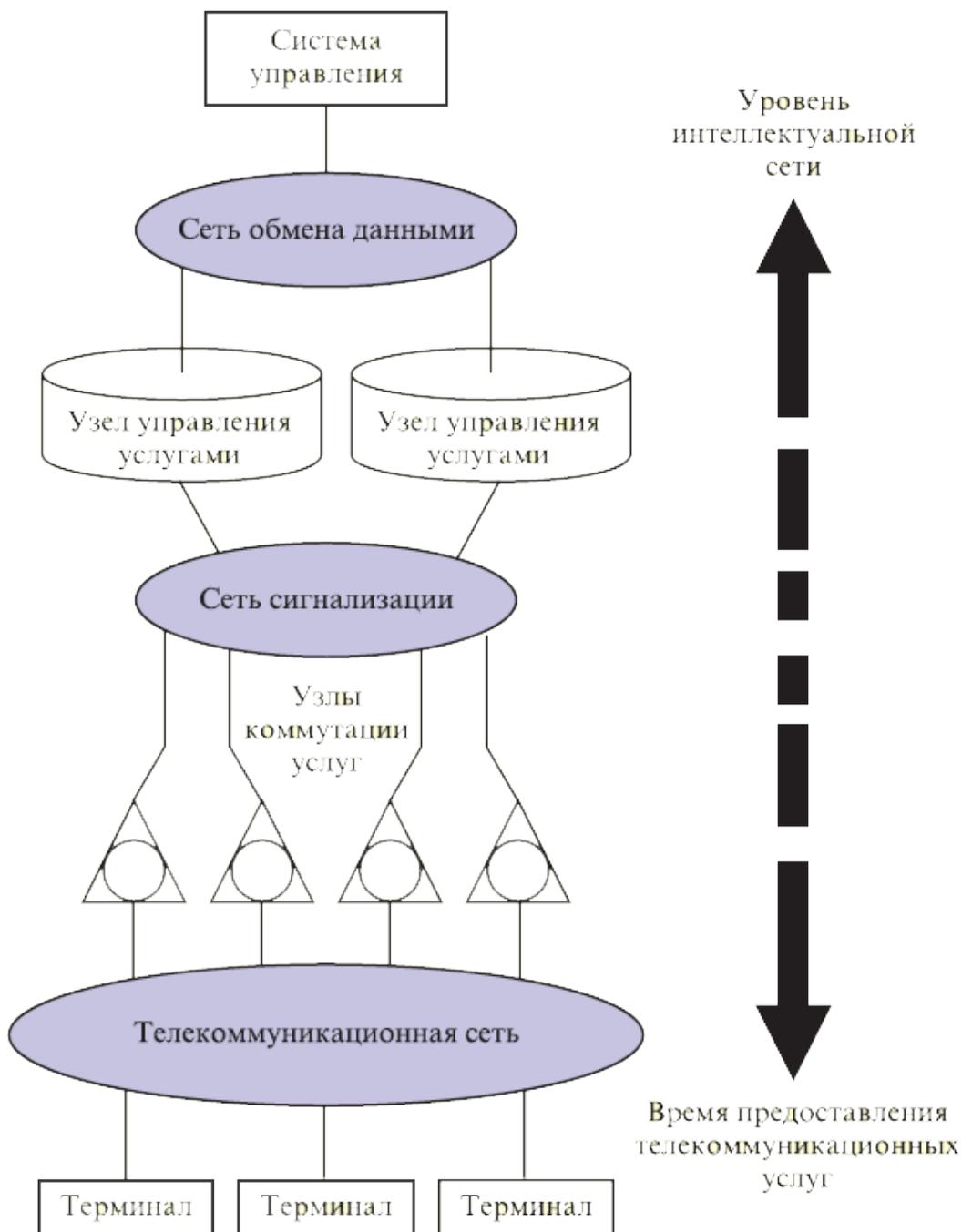


Рис. 5. Схема системы управления ИКС.

Система управления имеет единую систему для хранения информации о параметрах всех элементов ИКС и обеспечивать оперативное управление, управление учетом и планирование развития сети. Составной частью АСУ

является система технической эксплуатации и технического обслуживания (СТЭТО), которая обеспечивает функционирование ИС с качественными показателями, соответствующими действующим нормам.

Для обеспечения единства инфокоммуникационной сети необходимо предусмотреть преобразование интерфейсов и протоколов различных технологий в эталонных точках в интерфейсы и протоколы базовой мультисервисной компоненты ИКС таким образом, чтобы обеспечивалась работа “старого” и “нового” компонентов, включая возможности конвергенции услуг.

Преобразование протоколов телекоммуникационных сетей должно предусматриваться на интерфейсах “пользователь–сеть” средствами мультисервисных (пограничных) коммутаторов транспортной сети связи и на интерфейсе “сеть–сеть” — средствами транспортных шлюзов.

Преобразование и конвергенция услуг и их протоколов более высоких уровней должно осуществляться соответствующими средствами терминального оборудования, объектовых сетей связи и сетей абонентского доступа (соответствующие сервера услуг и служб). Преобразование протоколов управления и сигнализации выполняются на соответствующих службах (серверы) и конверторах сигнализации.

Выводы по главе 1

1. Современная инфокоммуникационная сеть состоит из следующей иерархии сетевой инфраструктуры: уровень опорной коммутации, уровень управления коммутацией и передачей информации, уровень управления услугами, уровень доступа.

2. Для обеспечения единства инфокоммуникационной сети необходимо предусмотреть такие интерфейсы и протоколы в компонентах ИКС таким образом, чтобы обеспечивалась доступ ко всем ресурсам и услугам сети.

2. Технологическая основа построения транспортной системы ИКС

2.1. Управление потоками сообщений в транспортной системе ИКС

В транспортной системе ССП протекают потоки информации от различных источников. Источник информации ССП характеризуется двумя группами параметров трафика. К первой группе относятся:

- интенсивность поступающего от пользователя потока требований;
- средняя длительность сеанса;
- удельная нагрузка источника.

Вторая группа параметров характеризует собственно терминал пользователя:

- средняя (битовая) скорость передачи: V_c ;
- пиковая скорость передачи: V_n ;
- коэффициент пачечности: $K_n = V_n / V_c$.

Ниже в таблице 1 приведены виды передаваемого трафика в транспортной сети ССП и влияние параметров передачи на качество обслуживания каждого вида трафика.

При объединении множество однофункциональных сетей в одну гибкую, многосервисную сеть могут возникнуть проблемы. Поэтому ССП должна создаваться таким образом, чтобы она могла гарантировать приемлемый уровень обслуживания для каждого вида трафика. В противном случае пользователи будут высказывать недовольство такой комбинированной сетью и потребуют возвращения к отдельным специализированным сетям.

При ограниченной пропускной способности коммуникационной сети обработка трафика, имеющего одинаковый приоритет может иметь серьезные последствия, так как они могут быть рассчитаны на предсказуемую задержку и высокую пропускную способность.

В случае передачи потоков с разными приоритетами необходимо принять такое решение, чтобы предоставить «зеленую линию» высокоприоритетным приложениям, ограничив при этом предоставление канала для передачи обычных сообщений.

Такая технология получила обобщенное название обеспечения качества услуг (Quality of Service, QoS).

Таблица 1

Таблица 1. Влияние параметров качества обслуживания на сетевой трафик			
Тип трафика	Параметры качества обслуживания и их влияние на трафик		
	Задержка (CTD)	Вариация задержки (CDV)	Процент потерянных ячеек (CLR)
Передача речи	Значительное; средние задержки требуют подавления эха, а длительные - неприемлемы.	Значительное; большое значение этого параметра приводит к увеличению значения CTD и размера необходимых буферов.	Умеренное; потерянные данные параметра приводит не передаются вновь, хотя при этом увеличению значения CTD и страдает качество.
Видеоконференции	Значительное; длительные задержки неприемлемы	Значительное; большое значение этого параметра приводит к увеличению значения CTD.	Умеренное; потерянные данные не передаются вновь, хотя при этом к увеличению значения CTD. и страдает качество.
Видео по требованию	Умеренное; отправитель должен иметь возможность ответить на команды удаленного управления.	Значительное; большое значение этого параметра приводит к увеличению значения CTD.	Умеренное; потерянные данные не передаются вновь, хотя при этом и страдает качество.
Данные	Незначительное; соединение характеризуется длительными тайм-аутами и большими окнами повторной передачи.	Незначительное; получатель обычно имеет большую буферную память.	Значительное; потеря пакетов (или нескольких ячеек) приводит к повторной передаче.

Существует следующие модели QoS:

- Негарантированная доставка — Best Effort Service
- Интегрированный сервис — Integrated Service (IntServ)
- Дифференцированное обслуживание — Differentiated Service (DiffServ)

Специалист при проектировании сети должен решить вопрос: какую именно технологию обеспечения качества услуг выбрать?

- организация приоритетных очередей в маршрутизаторах;
- использование протокола RSVP;
- обращение к возможностям ATM и т. д.

Следует отметить, что при необходимости имеющуюся пропускную способность можно распределить "силовыми" методами, то есть по принципу – каждому по потребностям.

Если источник генерирует информацию с ИСП, то скорость передачи может характеризоваться пиковой (V_p) и средней (V_c) величинами.

Источники, генерирующие информацию с изменяющейся скоростью, характеризуют коэффициентом пачечности $K_p = V_p/V_c$ и средней длительностью пика T_p . Пиковая, средняя скорость и коэффициент пачечности источников характеризуют конкретную службу, хотя стохастические процессы от сеанса к сеансу могут отличаться.

Если канал использует источник некоторой службы, генерирующий информацию с изменяющейся скоростью, то в моменты, когда скорость источника $V(t)$ превышает скорость канала V_{max} , качество обслуживания снижается.

Конкретная система передачи (СП) всегда характеризуется максимально допустимой скоростью передачи информации V_{max} . Если эту СП использует источник некоторой службы, генерирующий информацию с изменяющейся скоростью, то в моменты превышения $V(t)$ значения V_{max} качество обслуживания снижается. Если источник генерирует информацию с изменяющейся скоростью, как это показано на рисунке 2.1, то скорость передачи может характеризоваться пиковой (V_p) и средней (V_c) величинами.

В сетях IP, построенных на базе IP-ориентированных протоколов, предполагаются следующие этапы решения задачи обеспечения QoS:

- создание согласованного общего набора рабочих характеристик сетей IP и норм для этого набора характеристик;
- внедрение сетевых механизмов, которые будут обеспечивать заданные показатели качества обслуживания в конфигурации “терминал-терминал”;
- вложение нормированных значений показателей качества обслуживания в протоколы сигнализации;

- разработка архитектуры сетевых механизмов поддержки.

Для обеспечения требуемого качества обслуживания трафика в документах по стандартизации рассматриваются следующие сетевые характеристики, как наиболее важные по степени их влияния на сквозное качество обслуживания (от источника до получателя):

- производительность сети;
- надежность сети/сетевых элементов;
- задержка и вариация задержки (джиттер);
- потери пакетов.

Производительность сети (или скорость передачи данных) пользователя определяется как эффективная скорость передачи, измеряемая в битах в секунду. Следует отметить, что значение этого параметра не совпадает с максимальной пропускной способностью сети, называемой полосой пропускания. Минимальное значение производительности обычно гарантируется провайдером услуг, который, в свою очередь, должен иметь соответствующие гарантии от сетевого провайдера.

Надежность сети/сетевых элементов. Надежность сети может быть определена через параметров, из которых наиболее часто используется коэффициент готовности, вычисляемый как отношение времени простоя объекта к суммарному времени наблюдения. В идеальном случае коэффициент готовности должен быть равен 1, что означает 100%-ную готовность сети. На практике коэффициент готовности оценивается числом “девяток”. Например “три девятки” означают, что коэффициент готовности составляет 0,999, что соответствует 9 часам времени недоступности (простоя) сети в год.

Готовность сети ТфОП оценивается величиной “пять девяток”, что означает 5,5 минут простоя в год. Ниже в таблице 2 приведены данные по времени простоя для различного количества “девяток”.

Коэффициенты готовности и соответствующие значения
времени простоя оборудования

Таблица 2.2.

Коэффициент готовности	Время простоя
0,99	3,7 дней в год
0,999	9 часов в год
0,9999	53 минуты в год
0,99999	5,5 минут в год
0,99999999	30 секунд в год

Необходимо отметить, что обеспечение коэффициента готовности “пять девяток” в сетях IP, построенных на традиционном оборудовании данных (серверы, маршрутизаторы), является достаточно серьезной проблемой. Причина этого состоит в том, что обработка информационных потоков в сетях IP в значительной части базируется на программном обеспечении. В то же время статистика отказов сетевого оборудования показывает, что надежность программного обеспечения примерно в два раза ниже надежности аппаратного обеспечения.

Параметры доставки пакетов IP. Сеанс связи состоит из трех фаз – установления соединения, передачи информации и разъединения соединения. В Рекомендации Y.1540 из трех фаз сеанса связи рассматривается только вторая фаза - фаза доставки пакетов IP. Такой подход отражает природу сетей IP, не ориентированных на установление соединений. Спецификацию рабочих характеристик и параметров QoS для двух других фаз (установление и разъединение соединения) планируется провести в дальнейшем.

Рекомендация ITU-T Y.1540 определяет следующие параметры, характеризующие доставку IP-пакетов.

Задержка доставки пакета IP (IP packet transfer delay, IPTD).

Параметр IPTD определяется как время $(t_2 - t_1)$ между двумя событиями – вводом пакета во входную точку сети в момент t_1 и выводом пакета из выходной точки сети в момент t_2 , где

$$(t_2 > t_1) \text{ и } (t_2 - t_1) \leq T_{\max}.$$

В общем, параметр IPTD определяется как время доставки пакета между источником и получателем для всех пакетов - как успешно переданных, так и для пакетов, пораженных ошибками.

Средняя задержка доставки пакета IP – этот параметр определяется как средняя арифметическая величина задержек пакетов в выбранном наборе переданных и принятых пакетов. Значение средней задержки зависит от передаваемого в сети трафика и доступных сетевых ресурсов, в частности, от пропускной способности. Рост нагрузки и уменьшение доступных сетевых ресурсов ведут к росту очередей в узлах сети и, как следствие, к увеличению средних задержек доставки пакетов.

Речевая информация и, отчасти, видеoinформация являются примерами трафика, чувствительного к задержкам, тогда как приложения данных в основном менее чувствительны к задержкам. Когда задержка доставки пакета превышает определенные значения T_{\max} , такие пакеты отбрасываются. В приложениях реального времени (например, в IP-телефонии) это ведет к ухудшению качества речи. Ограничения, связанные со средней задержкой пакетов IP, играют ключевую роль для успешного внедрения технологии видеоконференций и других приложений реального времени. Этот параметр во многом будет определять готовность пользователей принять подобные приложения.

Вариация задержки пакета IP (IP packet delay variation, IPDV).
 Параметр \mathbf{vk} характеризует вариацию задержки **IPDV**. Для IP-пакета с индексом \mathbf{k} этот параметр определяется между входной и выходной точками сети в виде разности между абсолютной величиной задержки \mathbf{xk} при

доставке пакета с индексом k , и определенной эталонной (или опорной) величиной задержки доставки пакета IP , $d1$ для тех же сетевых точек:

$$v_k = x_k - d1 .$$

Эталонная задержка доставки пакета IP ($d1$) между источником и получателем определяется как абсолютное значение задержки доставки первого пакета IP между данными сетевыми точками. Вариация задержки пакета IP , или **джиттер**, проявляется в том, что последовательные пакеты прибывают к получателю в нерегулярные моменты времени. В системах IP -телефонии это, к примеру, ведет к искажениям звука и, в результате, к тому, что речь становится неразборчивой.

Коэффициент потери пакетов IP (IP packet loss ratio, IPLR).

Коэффициент IPLR определяется как отношение суммарного числа потерянных пакетов к общему числу принятых пакетов в выбранном наборе переданных и принятых пакетов. Потери пакетов в сетях IP возникают в том случае, когда значение задержек при передаче пакетов превышает нормированное значение, определенное выше как T_{max} . Если пакеты теряются, то при передаче данных возможна их повторная передача по запросу принимающей стороны. В системах VoIP пакеты, пришедшие к получателю с задержкой, превышающей T_{max} , отбрасываются, что ведет к провалам в принимаемой речи. Основной причиной, вызывающих потери пакетов, является рост очередей в узлах сети, возникающих при перегрузках.

Коэффициент ошибок пакетов IP (IP packet error ratio, IPER).

Коэффициент IPER определяется как суммарное число пакетов, принятых с ошибками, к сумме успешно принятых пакетов и пакетов, принятых с ошибками.

Архитектура поддержки QoS определяет набор сетевых механизмов, называемых конструктивными блоками. В настоящее время определен набор конструктивных блоков, отвечающих трем логическим плоскостям:

плоскости контроля, плоскости данных (информационной плоскости) и плоскости административного управления (рис. 6).

Плоскость контроля. Механизмы QoS контрольной плоскости оперируют с путями, по которым передается трафик пользователей, и включают в свой состав:

- Управление допуском (Admission Control, AC)
- Маршрутизацию для QoS (QoS routing)
- Резервирование ресурсов (Resource reservation).



Рис. 6. Модель для поддержки качества обслуживания

Плоскость данных. Эта группа механизмов оперирует непосредственно с пользовательским трафиком и включает в себя:

- Управление буферами (Buffer management)
- Предотвращение перегрузок (Congestion avoidance)
- Маркировка пакетов (Packet marking)
- Организация и диспетчеризация очередей (Queuing and scheduling)

- Формирование трафика (Traffic shaping)
- Правила обработки трафика (Traffic policing)
- Классификация трафика (Traffic classification)

Плоскость административного управления. Эта плоскость содержит механизмы QoS, имеющие отношение к эксплуатации, администрированию и управлению сетью применительно к доставке пользовательского трафика. В число механизмов QoS на этой плоскости входят:

- Измерения (Metering)
- Заданные правила доставки (Policy)
- Восстановление трафика (Traffic restoration)
- Соглашение об уровне обслуживания (Service Level Agreement).

Переход к сетям следующего поколения, построенным на базе протоколов IP, возможен только при условии, когда для большого числа приложений будут обеспечены соответствующие показатели качества обслуживания. Для достижения этой цели был разработан ряд механизмов борьбы с задержками и потерями, которые разделяются по трем плоскостям – плоскости контроля, плоскости данных и плоскости административного управления.

Поступающий в транспортную систему ССП трафик классифицируется на потоковом или пакетном уровне. Это необходимо для того, чтобы выделить пакеты одного потока, характеризуемого общими требованиями к качеству обслуживания. Затем трафик подвергается процедуре нормирования. Нормирование трафика предполагает измерение параметров трафика и сравнение результатов измерений с параметрами, оговоренным в контракте по трафику, известному как Соглашение об уровне обслуживания. Если условия нарушаются, то часть пакетов может быть отброшена. Магистральные маршрутизаторы, составляющие ядро сети, обеспечивают пересылку пакетов в соответствии с требуемым уровнем QoS.

2.2. Взаимодействие рассредоточенных компонентов транспортной системы ИКС между собой

Взаимодействие рассредоточенных компонентов транспортной системы ССП (ИКС) между собой осуществляется на основе семиуровневой эталонной модели (рис.7).

Каждый из уровней взаимодействует с выше- и нижестоящим уровнем одной системы в соответствии с принципом автономности, который заключается в том, что изменение или модификация одного уровня не должно приводить к изменению других уровней.

Взаимодействие между системами осуществляется посредством протокола и интерфейса.

Каждый уровень системы А использует услуги, предоставляемые ему нижестоящим уровнем, чтобы осуществить связь с соответствующим ему уровнем системы В. При этом нижестоящий уровень называется источником услуг, а вышестоящий - пользователем услуг.

Напомним, что эталонная модель описывает, как информация переносится через среду, для чего разбивает сеть по горизонтали на семь уровней, и чтобы связь могла состояться, каждый уровень должен выполнить

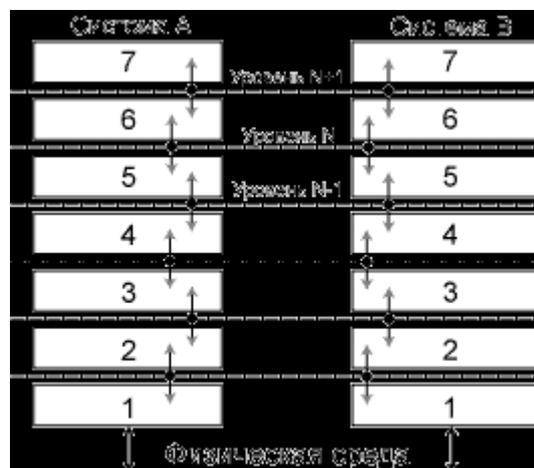


Рисунок 7 Уровневая модель взаимодействия

заранее заданный набор функций. Она определяет следующие уровни: прикладной (7), представительный (6), сеансовый (5), транспортный (4), сетевой (3), канальный (2) и физический (1) уровни.

При сетевом присоединении необходимо обеспечить согласование работы «сигнализаций» обеих сетей. Минимальное время на обеспечение согласованности достигается, если оборудование поставляется одним поставщиком, в противном случае достижение такой согласованности может потребовать большего времени.

Для обеспечения взаимодействия компонентов транспортной системы ССП применяются протоколы маршрутизации и управления.

Протокол маршрутизации внутреннего шлюза (IGRP - Interior Gateway Routing Protocol) обеспечивает выполнение задач маршрутизации в пределах автономной системы (AS), имеющей произвольно сложную топологию и включающую в себя средства транспортировки с разнообразными характеристиками ширины полосы пропускания и задержек. Автономная система фактически является набором сетей, которые находятся под единым управлением и совместно используют общую стратегию маршрутизации.

IGRP является протоколом, использующим информацию вектора расстояния. Протоколы маршрутизации по вектору расстояния требуют от каждого маршрутизатора отправления через определенные интервалы времени всем соседним маршрутизаторам всей информации своей маршрутной таблицы или ее части в сообщениях о корректировке маршрута. По мере того, как маршрутная информация распространяется по сети, маршрутизаторы получают возможность вычислять расстояния до всех узлов объединенной сети.

Протоколы маршрутизации с вектором расстояния часто противопоставляют протоколам маршрутизации с указанием состояния канала, которые отправляют информацию о локальном соединении участков соединений во все узлы объединенной сети. Примерами протоколов,

использующих алгоритм маршрутизации с указанием состояния канала, являются протокол установления соединения с алгоритмом поиска кратчайшего пути (Open Shortest Path First — OSPF) и протокол типа «Промежуточная система — Промежуточная система» (Intermediate System to Intermediate System — IS-IS).

Для обеспечения дополнительной гибкости IGRP разрешает многотрактовую маршрутизацию. Дублированные линии с одинаковой шириной полосы могут пропускать отдельный поток трафика циклическим способом с автоматическим переключением на вторую линию, если первая линия выходит из строя. Несколько трактов могут также использоваться даже в том случае, если характеристики этих трактов различны. Например, если один тракт в три раза лучше другого благодаря тому, что его показатели в три раза выше, то лучший тракт будет использоваться в три раза чаще. Для многотрактовой маршрутизации могут использоваться только маршруты с характеристиками, которые находятся в пределах определенного диапазона показателей наилучшего маршрута.

Следующим протоколом, используемым в маршрутизации является протокол OSPF, который функционирует в режиме с объявлением состояния о канале (Link-State). Это значит, что он требует отправки информации о состоянии канала (Link-State Advertisement — LSA) во все маршрутизаторы, которые находятся в пределах одной и той же иерархической области.

В протокол OSPF включается информация о подключенных интерфейсах, об использованных ресурсах и других переменных. По мере накопления маршрутизаторами OSPF информации о состоянии каната, они для расчета кратчайшего пути к каждому узлу получают возможность применить алгоритм «поиска кратчайшего пути».

Протокол внешних шлюзов (EGP - Exterior Gateway Protocol) является динамическим протоколом маршрутизации, он использует очень простую схему. Протокол не учитывает показатели характеристик и, следовательно,

не может принимать по-настоящему интеллектуальных решений о маршрутизации. Сообщения корректировки маршрутизации EGP содержат информацию о доступности сетей. Другими словами, они указывают, что доступ к определенным сетям организуется через определенные маршрутизаторы.

2.3. Назначение протокола MPLS в транспортной системе ИКС

Основная идея разработки технологии многопротокольной коммутации на основе меток состоит в том, чтобы реализовать возможность передачи трафика по наименее загруженным маршрутам IP-сети и обеспечить легкость конфигурирования других сетей с одновременной поддержкой гарантии качества передачи, а также присвоения приоритетов различным видам трафика.

Многопротокольная коммутация меток **MPLS** (*Multiprotocol Label Switching*) новая архитектура построения магистральных сетей, которая значительно расширяет имеющиеся перспективы масштабирования, повышает скорость обработки трафика и предоставляет огромные возможности для организации дополнительных услуг.

Технология **MPLS** сочетает в себе возможности управления трафиком, присущие технологиям канального уровня, и масштабируемость и гибкость протоколов, характерные для сетевого уровня.

Главная особенность технологии **MPLS** – это отделение процесса коммутации пакета от анализа IP-адреса в его заголовке, что позволяет осуществлять коммутацию пакетов значительно быстрее. В соответствии с протоколом **MPLS** маршрутизаторы и коммутаторы присваивают на каждой точке входа в таблицу маршрутизации особую метку и сообщают эту метку соседним устройствам.

Наличие таких меток позволяет маршрутизаторам и коммутаторам, поддерживающим технологию MPLS, определять следующий шаг в маршруте пакета без выполнения процедуры поиска адреса. На сегодняшний день существуют три основные области применения MPLS:

- управление трафиком;
- поддержка классов обслуживания (CoS);
- организация виртуальных частных сетей (VPN).

Расположение технологии *MPLS* в семиуровневой модели ВОС показано на рис. 8



Рис. 8 Плоскости MPLS

Сетевой уровень – это комплексный уровень, который обеспечивает возможность соединения и выбор маршрута между двумя конечными системами, подключенными к разным "подсетям", которые могут находиться в разных географических пунктах.

В данном случае "подсеть" – это, по сути, независимый сетевой кабель (иногда называемый сегментом). Так как две конечные системы, желающие организовать связь, может разделять значительное географическое расстояние и множество подсетей.

Сетевой уровень является доменом маршрутизации. Протоколы маршрутизации выбирают оптимальные маршруты через последовательность соединенных между собой подсетей. Традиционные протоколы сетевого уровня передают информацию вдоль этих маршрутов.

Канальный уровень обеспечивает надежный транзит данных через физический канал. Выполняя эту задачу, канальный уровень решает вопросы физической адресации (в противоположность сетевой или логической адресации), топологии сети, линейной дисциплины (каким образом конечной системе использовать сетевой канал), уведомления о неисправностях, а также вопросы упорядоченной доставки блоков данных и управления потоком информации.

Физический уровень определяет электротехнические, механические, процедурные и функциональные характеристики активации, поддержания и деактивации физического канала между конечными системами. Спецификации физического уровня определяют такие характеристики, как уровни напряжений, синхронизацию изменения напряжений, скорость передачи физической информации, максимальные расстояния передачи информации, физические соединители и другие аналогичные характеристики.

"Multiprotocol" или "многопротокольный". означает, что технология **MPLS** применима к любому протоколу сетевого уровня, т.е. **MPLS** – это протокол, способный транспонировать информацию множества других протоколов высших уровней модели OSI.

Таким образом, технология **MPLS** является независимой от протоколов уровней 2 и 3 в сетях IP, ATM и Frame Relay, а также взаимодействует с существующими протоколами маршрутизации.

Представленная на рис. 8 плоскость пересылки данных *MPLS* не образует полноценного уровня, она "вклинивается" в сети IP, ATM или Frame Relay между 2-м и 3-м уровнями модели OSI, оставаясь независимой от этих уровней.

Одновременное функционирование **MPLS** на сетевом уровне и на уровне звена данных приводит к образованию уровня 2.5, где выполняется коммутация по меткам.

Существует три основных элемента технологии MPLS:

- метка;
- *FEC* – класс эквивалентности пересылки;
- LSP – коммутируемый по меткам тракт;

Метка представляет собой последовательность записей. Каждая запись в стек имеет длину 4 октета. Формат такой записи показан на рис. 9

Запись меток размещается после заголовка канального уровня, и перед заголовком сетевого уровня. Верх стека записывается первым, а дно – последним. Сетевой заголовок следует сразу за записью стека меток с битом $S=1$. Каждая запись стека меток содержит в себе следующие поля.

Дно стека (S) является средством поддержки иерархической структуры стека меток MPLS. В заголовке последней метки $S=1$, а во всех остальных метках в стеке бит $S=0$. 2.

Время жизни (TTL) - 8-битовое поле служит для представления значения времени жизни пакета. Данное поле является механизмом, предотвращающим возможность бесконечной циркуляции пакетов по сети вследствие образования закольцованных маршрутов. Байт TTL находится в конце заголовка метки.

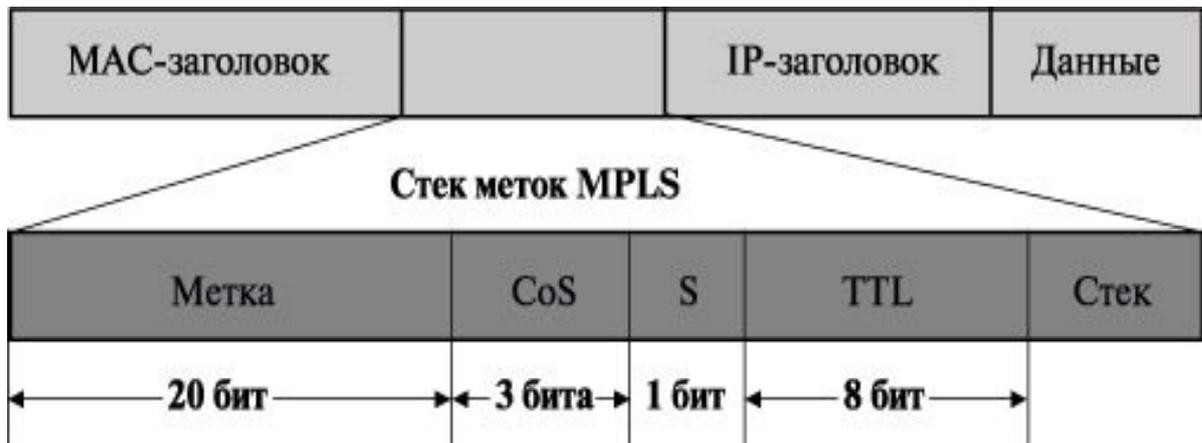


Рис. 9. Формат записи стека меток.

Экспериментальное поле (CoS) - это 3-битовое поле зарезервировано для экспериментальных целей (*QoS*). В настоящее время проводится работа на создание согласованного стандарта использования этих битов для поддержки дифференцированного обслуживания разнотипного трафика и идентификации класса обслуживания. Первоначально это поле так и называлось – "Класс обслуживания" (CoS), и это название до сих пор широко распространено. При предоставлении дифференцированных услуг MPLS-сети это поле может указывать определенный класс обслуживания, например аналогичный классам DiffServ.

Значение метки - это 20-битовое поле несет в себе код метки. Может быть любым числом в диапазоне от 0 до 220 - 1, за исключением резервных значений (0, 1, 2, 3 и др.), определением использования которых занимается рабочая группа *MPLS* в составе комитета IETF.

Когда получен помеченный пакет, анализируется значение метки наверху стека. В результате этого анализа определяется:

- следующий шаг, куда должен быть переадресован пакет;
- операция, которая должна быть выполнена со стеком меток до переадресации. Эта операция может быть заменой метки на вершине стека, или удалением записи из стека, или замещением верхней позиции в стеке и занесением туда затем одной или более новых записей.

В дополнение к определению следующего шага и операции со стеком меток можно также получить данные о состоянии выходной информации и возможно другие данные, которые необходимы для того, чтобы корректно переадресовывать пакеты.

Стек меток MPLS. Возможность иметь в пакете более одной метки в виде стека позволяет создавать иерархию меток, что открывает дорогу многим приложениям.

MPLS может выполнить со стеком следующие операции: помещать метку в стек, удалять метку из стека и заменять метку. Эти операции могут использоваться для слияния и разветвления информационных потоков. Операция помещения метки в стек (*push operation*) добавляет новую метку поверх стека, а операция удаления метки из стека (*pop operation*) удаляет верхнюю метку стека.

Функциональные возможности стека **MPLS** позволяют объединять несколько **LSP** в один. К стеку меток каждого из этих **LSP** сверху добавляется общая метка, в результате чего образуется агрегированный тракт **MPLS**. В точке окончания такого тракта происходит его разветвление на составляющие его индивидуальные **LSP**. Так могут объединиться тракты, имеющие общую часть маршрута. Следовательно, **MPLS** способна обеспечивать иерархическую пересылку, что может стать важной и востребованной функциональной возможностью. При ее использовании не нужно переносить глобальную маршрутную информацию, и это делает сеть **MPLS** более стабильной и масштабируемой, чем сеть с традиционной маршрутизацией.

За меткой **MPLS** в пакете всегда должен следовать заголовок сетевого уровня. Так как **MPLS** начинает работу верхнего уровня стека, этот стек используется по принципу LIFO "последним пришел, первым ушел". Пример четырехуровневого стека меток представлен на рис. 10.

Заголовок **MPLS** № 1 был первым заголовком **MPLS**, помещенным в пакет, затем в него были помещены заголовки № 2, № 3 и, наконец, заголовок № 4.

Коммутация по меткам всегда использует верхнюю метку стека, и метки удаляются из пакета так, как это определено выходным узлом для каждого LSP, по которому следует пакет. Рассмотренный в предыдущем параграфе бит S имеет значение 1 в нижней метке стека и 0 – во всех остальных метках. Это позволяет привязывать префикс к нескольким меткам, другими словами – к стеку меток (Label Stack). Каждая метка стека имеет собственные значения поля EXP, S-бита и поля TTL.



Рис. 10. Четырехуровневый стек меток

Принцип работы. Более подробно опишем функционирование сети **MPLS**.

Любой IP-пакет на входе в сеть **MPLS**, независимо от того, поступает тот пакет от отправителя или же он пришел из смежной сети, которая может быть **MPLS**-сетью более высокого уровня, относится к определенному классу эквивалентной пересылки **FEC (Forwarding Equivalence Class)**. Анализ заголовка IP-пакета и назначение FEC производится только один раз на входе в сеть (рис. 11).

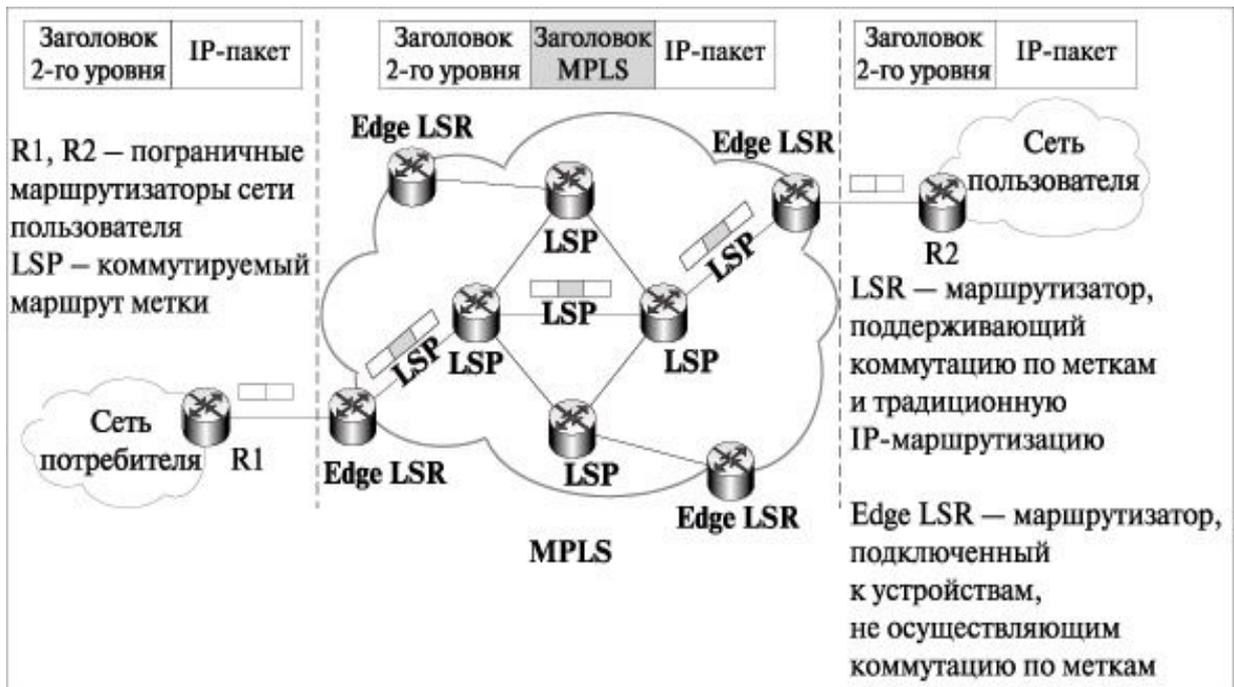


Рис. 11. Фрагмент MPLS-сети.

Этап 1. Сеть автоматически формирует таблицы маршрутизации. В этом процессе участвуют маршрутизаторы или коммутаторы IP+ATM, установленные в сети сервис-провайдера. При этом применяются внутренние протоколы маршрутизации, такие как OSPF.

Этап 2. Протокол распределения меток (Label Distribution Protocol — LDP) использует отраженную в таблицах топологию маршрутизации для определения значений меток, указывающих на соседние устройства. В результате этой операции формируются маршруты с коммутацией по меткам (Label Switched Paths – LSP). Автоматическое присвоение меток **MPLS** отличает эту технологию от технологии частных виртуальных каналов.

Этап 3. Входящий пакет поступает на пограничный Label Switch Router (LSR), который определяет, какие услуги 3-го уровня необходимы этому пакету (например *QoS* или управление полосой пропускания). На основе учета всех требований маршрутизации и правил высокого уровня (policies), пограничный LSR выбирает и присваивает метку, которая записывается в заголовок пакета, после чего пакет передается дальше.

Этап 4. Устройство LSR, находящееся в опорной сети, считывает метки каждого пакета, заменяет старые метки новыми (новые метки

определяются по локальной таблице) и передает пакет дальше. Эта операция повторяется в каждой точке передачи пакета по опорной сети.

Этап 5. На выходе пакет попадает в пограничный **LSR**, который удаляет метку, считывает заголовок пакета и передает его по месту назначения. В магистральных **LSR** метка **MPLS** сравнивается с заранее рассчитанными таблицами коммутации и содержит информацию 3-го уровня. Это позволяет каждому устройству **LSR** автоматически оказывать каждому пакету необходимые **IP**-услуги. Таблицы рассчитываются заранее, что снимает необходимость повторной обработки пакетов в каждой точке передачи. Такая схема не только позволяет разделить разные типы трафика (например, отделить неприоритетный трафик от критически важного); она делает решения **MPLS** хорошо масштабируемыми. Поскольку для присвоения меток технология **MPLS** использует разные наборы правил (*policy mechanisms*), она отделяет передачу пакетов от содержания заголовков **IP**.

Метки имеют только локальное значение и многократно переиспользуются в крупных сетях, поэтому исчерпать запас меток практически невозможно.

В рамках предоставления корпоративных **IP**-услуг самое главное преимущество **MPLS** заключается в способности присваивать метки, имеющие специальное значение. Наборы меток определяют не только место назначения, но и тип приложения и класс обслуживания.

Выводы по главе 2

1. Многопротокольная коммутация меток **MPLS** (*Multiprotocol Label Switching*) представляет собой новую архитектуру построения магистральных сетей и позволяет расширить имеющиеся перспективы масштабирования, повысит скорость обработки трафика и предоставляет огромные возможности для организации услуг ИКС.

3. Особенности передачи разнотипных потоков в транспортной системе инфокоммуникационной сети

3.1. Анализ потоков, протекающих в телекоммуникационной сети ИКС

Как было отмечено в предыдущих разделах, что современные инфокоммуникационные сети представляют собой сложную распределенную систему, физическая структура которой состоит из множества:

дислоцированных коммуникационных центров, выполняющих функции как управления различными потоками, так и обеспечение взаимодействия терминалов пользователей между собой и с системами хранения и обработки информационных ресурсов;

высокопроизводительных компьютерных систем и сетей, в которых сосредоточены огромные сетевые информационные и вычислительные ресурсы;

терминальных систем различной конфигурации;

средств доступа и каналов связи с разной пропускной способностью.

Транспортная подсистема инфокоммуникационной сети, состоящая из коммуникационных центров, средств доступа и каналов связи, предназначена для транспортировки больших массивов информации от источников до потребителей информации.

При проектировании и создании транспортной подсистемы, как правило, за основу принимается базовая телефонная сеть общего пользования, которая долгое время предназначалась для передачи в основном только речевой информации. А инфокоммуникационная среда предполагает обмен данными от различных источников и на транспортную подсистему возлагается требование обеспечить качественную передачу не только речевой информации, но и передачу сообщений от компьютерных сетей и систем, а также передачу информации от других источников.

Широкое внедрение компьютерных сетей, автоматизация документооборота в учреждениях (объекты которых рассредоточены на большой территории), создание общедоступных автоматизированных банков и баз данных с распределенной структурой а также постоянный рост количества пользователей всемирной сети Интернет (динамика роста числа пользователей Интернет показана на рис. 12), приводит к резкому увеличению интенсивности потока данных от компьютерных источников, то есть роста IP – трафика⁴.

Иными словами, увеличение информационных ресурсов в электронной форме несомненно приведет к росту числа пользователей , обращающихся к этим ресурсам по компьютерной сети, что приведет в конечном итоге к увеличению интенсивности передаваемых по коммуникационной сети потоков сообщений.

С другой стороны, традиционная телефонная связь, существующая на протяжении многих десятилетий, несомненно будет обладать определенной инерцией. Исходя из этого, на протяжении ближайших 5-10 лет традиционная телефония будет по-прежнему занимать доминирующие позиции.

Переход на новые, более прогрессивные методы будет происходить постепенно эволюционным путем, в разных регионах с разной скоростью. А это значит, что в течение длительного времени телефонные сети общего пользования и IP-сети будут вынуждены существовать параллельно, обеспечивая взаимную прозрачность и объединяя свои усилия в обслуживании разнородного абонентского трафика.

Таким образом, в сети связи общего пользования наряду с ростом нагрузки речевой информации будет расти и данные от компьютерных источников, причем на некоторых участках сети второй тип информации может преобладать, чем первый, что приведет в конечном итоге к перегрузке

⁴ Р.Б. Петрив, А.В. Царева. Развитие Интернета в России. http://www.vestnik-sviazy.ru/archive/11_2001/petriv.html

отдельных участков сети. Чтобы предотвратить этого нежелательного явления необходимо будет постоянно контролировать и оптимально распределять нагрузку (как речевую, так и данные) в целом по сети с ограниченными ресурсами.

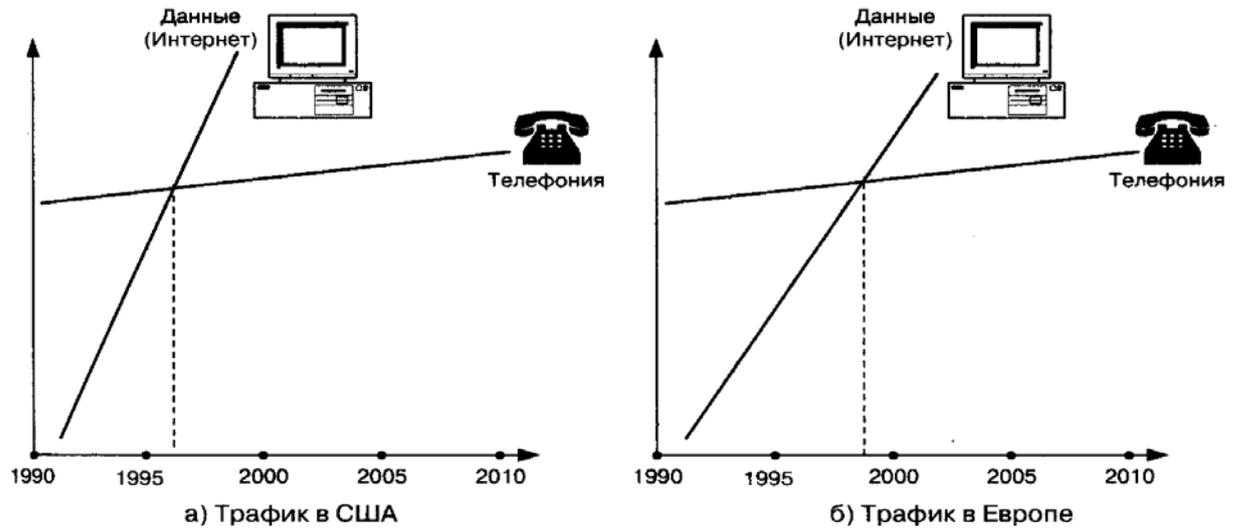


Рис. 12. Рост трафика Интернет (данные) и телефонного трафика.

Поэтому вопросы управления и рационального распределения разнородных потоков в сети общего пользования являются актуальными, позволяющими оптимально и своевременно перераспределяя нагрузку предотвращать перегрузку загруженных участков телекоммуникационной сети.

Исходя из этого ниже приводятся результаты анализа потоков, протекающих в транспортной сети ССП.

Для наглядности рассмотрим фрагмент физической структуры сети, состоящий из шести коммуникационных центров (рис.13). Как видно из рисунка коммуникационные центры связаны магистральными каналами связи. К данному фрагменту инфокоммуникационной сети через абонентские каналы связи подключены шесть абонентских и одиннадцать терминальных систем (АС, ТС и КЦ).

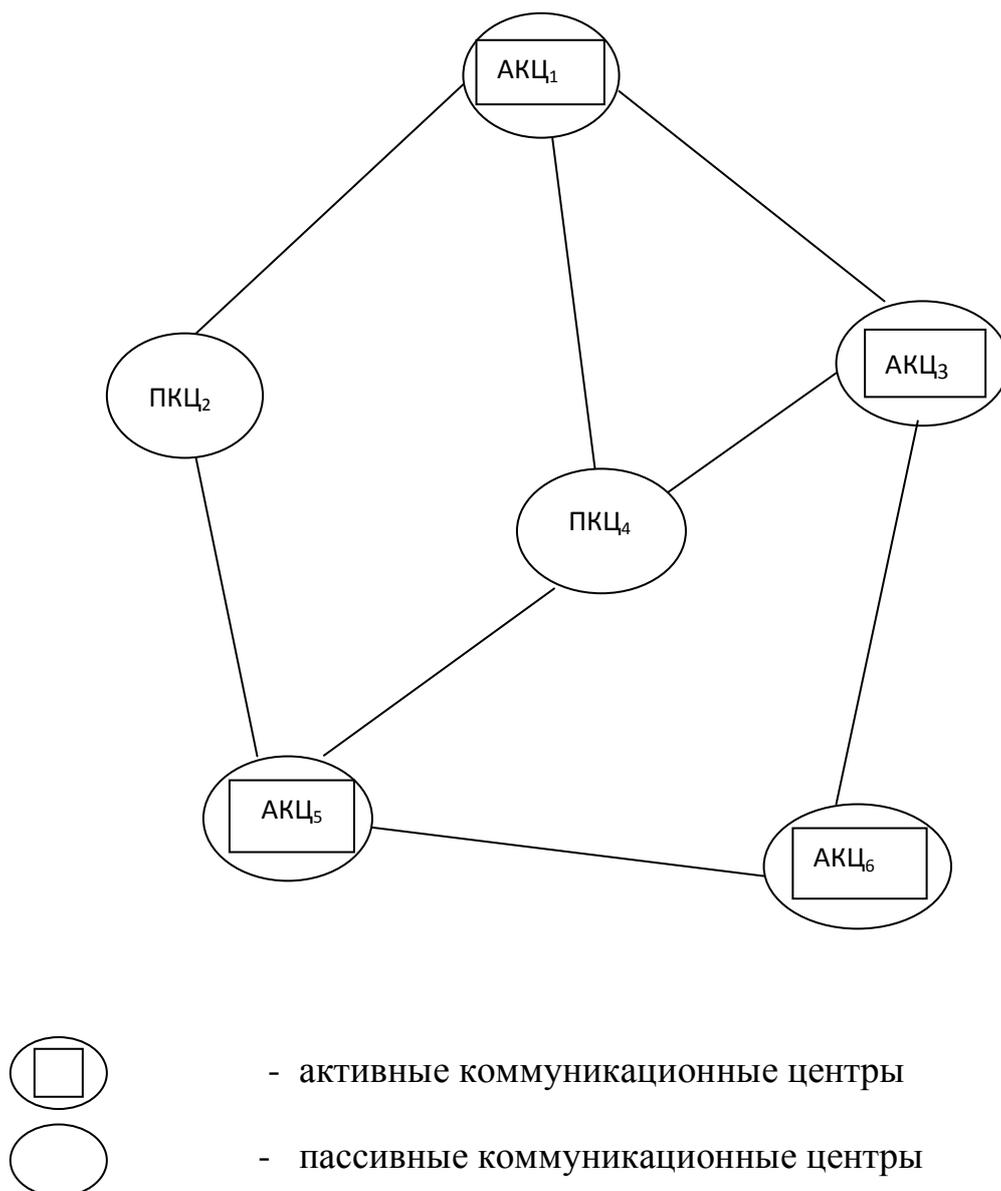


Рис. 14 . Представление инфокоммуникационной сети в виде двух типов узлов

Функции систем описываются следующим образом: АС – предоставление услуг и информационных ресурсов, хранение массивов данных, переработка информации, поиск информации. КЦ – управление потоками информации между АС, ТС и КЦ (маршрутизация, коммутация, управление передачей данных и т. д.). ТС – получение услуг и потребление информационных ресурсов: управление работой терминалов, подготовка

заданий и получение запрошенных информационных ресурсов, сопряжение с технологическими процессами.

Представим физическую структуру рассматриваемого фрагмента инфокоммуникационной сети в упрощенном виде (рис. 14).

Поскольку ТС не выполняет функции предоставления услуг, предоставления информационных и вычислительных ресурсов, хранения массивов данных и т. д., а выполняет функции потребления ресурсов и т.п., то центр, к которому подключены только ТС, будем называть «пассивным» коммуникационным центром (ПКЦ), а центр, к которому подключены АС «активным» коммуникационным центром (АКЦ). Тогда инфокоммуникационную сеть можно представить топологической структурой, содержащей два типа центров АКЦ и ПКЦ.

Для наглядности рассмотрим ситуацию, которая может возникнуть в реально функционирующей сети и приводящий в конечном итоге к возрастанию IP – трафика в транспортной подсистеме.

Например, пользователь чтобы найти и при необходимости записать на свой компьютер нужную информацию из сети Интернет, обращается к информационным ресурсам рассредоточенных компьютеров (Web-серверов). Для этого он набирает ряд адресов и передает их по транспортной сети, просматривает найденные информационные ресурсы на мониторе своего компьютера и если этот ресурс нужен в его дальнейшей деятельности, то он “перекачивает” его в свой компьютер.

Зачастую объем информации, “перекачиваемый” из других компьютеров на свой, в несколько раз превышает объема данных, передаваемого из собственного компьютера. Это может привести к тому, что трафик в транспортной сети может резко возрасти за счет данных, поступающих в сеть после обработки запросов пользователей. Объем этого трафика в априори не задавался и его нельзя предсказать, он станет известным только после обращения к данному ресурсу.

При перекачке больших массивов информации по сети Интернет, значение возникающего “внутреннего” трафика может иметь значительно большее значение, чем значение “внешнего” трафика данных, которые, как правило, имеют характер только запросов. Если учесть, что число таких пользователей постоянно растет, то не учет таких факторов может привести к чрезмерной загрузке каналов связи транспортной сети потоками данных не только “внешнего”, но и “внутреннего” трафика данных.

Итак, компонент потока, передаваемая адресату после обработки в других компьютерах, может вызвать увеличение нагрузки в транспортной сети за счет появления дополнительного трафика, возникающего после обработки поступивших запросов.

Для аналитической оценки потоков, поступающих в транспортную сеть от разных источников будем считать, что в коммуникационные центры транспортной сети, представляющие собой одноканальное обслуживающее устройство, поступают пуассоновские потоки с экспоненциальным законом распределения моментов поступления заявок., то есть поступают потоки (трафики) трех категорий:

- трафик пакетов с интенсивностью поступления γ_1 , в котором допускаются их потери при передаче;
- трафик пакетов с интенсивностью поступления γ_2 , который может быть задержан и в котором могут восстанавливаться некоторые потерянные пакеты;
- трафик пакетов с интенсивностью поступления γ_3 , который требует сквозной передачи и не допускает потерь;

Для суммарного входного потока γ его соответствующие интенсивности определяются как:

$$\gamma_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_{1ij},$$

$$\gamma_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_{2ij},$$

$$\gamma_3 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_{3ij},$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{1ij} + \gamma_{2ij} + \gamma_{3ij}.$$

Несколько подробно остановимся на трафике потоков γ_2 , то есть на компоненте общего потока, характеризующего передачу данных между рассредоточенными компьютерными системами.

Если принять те же обозначения и обозначить интенсивность внешнего трафика, поступающего в транспортную систему инфокоммуникационной сети от компьютерных систем - γ_2 , то в общем случае в транспортную систему от компьютерных систем будут поступать потоки следующих трех видов:

$\gamma_2^{(1)}$ - интенсивность внешнего трафика данных, поступающего в транспортную сеть для непосредственной передачи от адресата к получателю (передача файлов, сообщения по электронной почте и т. д.);

$\gamma_2^{(2)}$ - интенсивность внешнего трафика данных, поступающего в транспортную сеть для обработки на других компьютерах сети с распределенной структурой;

$\gamma_2^{(3)}$ - интенсивность "внутреннего" трафика данных, поступающего в транспортную сеть после обработки данных на "серверах" распределенной информационно – компьютерной сети.

Тогда результирующая интенсивность трафика данных, поступающая в транспортную сеть, будет равна

$$\gamma_2 = \gamma_2^{(1)} + \gamma_2^{(2)} + \gamma_2^{(3)} = \sum_{u=1}^3 \gamma_2^{(u)},$$

$$\gamma_2^{(1)} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_2^{(1)}_{ij}, \quad \gamma_2^{(2)} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_2^{(2)}_{ij}, \quad \gamma_2^{(3)} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_2^{(3)}_{ij}.$$

В общем случае, по каналам связи транспортной сети протекают потоки трех видов с разными значениями трафиков. Образовавшийся при этом вектор многопродуктовых потоков в каналах транспортной системе только от трафика γ_2 , можно представить в следующем виде:

$$\vec{\Lambda} = (\lambda_{2,1}^{(1)}, \lambda_{2,2}^{(1)}, \dots, \lambda_{2,N}^{(1)}, \lambda_{2,1}^{(2)}, \lambda_{2,2}^{(2)} \dots \lambda_{2,N}^{(2)}, \\ \lambda_{2,1}^{(3)}, \lambda_{2,2}^{(3)} \dots \lambda_{2,N}^{(3)})$$

Если значения внешних трафиков речевых и видео потоков можно априори задать и считать более или менее известными, то значение трафика потоков данных из-за появления "внутреннего" потока при работе пользователей в реальной сети невозможно заранее предсказать. Это приводит к дополнительным трудностям при поиске оптимального распределения потоков по каналам связи транспортной системе инфокоммуникационной сети.

Поэтому, учитывая рост клиентов передачи данных и, следовательно, рост значения интенсивности потоков данных, целесообразно автономно решить задачу оптимального распределения потоков данных, предполагая известным трафик для других видов потоков. В этом случае целесообразно вначале определить пути для всех потоков и предусмотреть дополнительные пути для тех центров, в которых преобладает потоки данных, то есть целесообразно предусмотреть между центрами коммутации K кратчайших путей и направлять потоки по ним. Возможно, перераспределение пропускных способностей каналов связи транспортной сети между потоками различных видов или управлять значением интенсивности внешнего трафика.

3.2. Описание алгоритма распределения потоков в транспортной системе ИКС

Распределение потоков в транспортной сети с распределенной структурой основывается на алгоритмах маршрутизации пакетов в опорной сети передачи данных.

Для описания потоковых процессов в транспортной сети представим транспортную сеть в виде неориентированного графа $G(M,N)$, где M число вершин графа (коммуникационных центров), N – число дуг - каналов связи с ограниченными пропускными способностями $C = \{c_n\}$. Для каждой дуги (i, j) имеется встречная дуга (j, i) . Введем следующие обозначения:

- γ_k - интенсивность входного потока (внешнего среднего трафика) k -го класса ($k=1,2,3$);
- источниками задержки в сети являются как линии связи, так и коммуникационные центры;
- внешний трафик стационарен, т.е. интенсивности потоков не обладают динамикой во времени;
- пакеты трафиков (потоков) независимы и не могут переходить из одной очереди в другую.

Правила маршрутизации определяется матрицей маршрутных переменных (матрица тяготения), на основе которой вычисляется доля суммарного потока в рассматриваемом q -м узле, отправляемого из него в узел j на маршруте (i, j) (то есть через узел i).

Интенсивность полного потока в i -м канале связи находится как сумма потоков всех видов, протекающих по данному каналу

$$\lambda_i = \sum_{k=1}^K \lambda_{k,i} .$$

Тогда суммарная средняя задержка потоков в сети в самом общем виде будет равна

$$\check{T} = 1/\gamma \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^K \lambda_{k,i} T_{k,i} \quad , \quad (1)$$

$$\gamma = \sum_{z=1}^Z \sum_{k=1}^K f_k^z \quad ,$$

где $T_{k,i}$ - средняя задержка потока (трафика) k -го класса в i -м канале;

γ - суммарная интенсивность потоков всех K классов и всех Z пар отправитель - получатель.

Задача распределения потоков в транспортной сети сводится к определению для каждой нитки потоков такой виртуальной пути, передача данных по которой осуществляется с минимальными временными задержками.

Суммарная средняя время задержки передачи всех ниток потоков в сети с известной топологической структурой определяется общеизвестной функцией Клейнрока []

$$\check{T} = 1/\gamma \sum_{i=1}^M \lambda_i / (\mu_i - \lambda_i) \quad , \quad (2)$$

где μ_i - интенсивность обслуживания пакетов в i ом канале;

λ_i - суммарная интенсивность всех ниток потоков на входе i го канала.

Задача минимизации выражения (2) решается только при условии реализуемости канальных и входных потоков: $\lambda_i \leq \mu_i$.

На основании решения данной задачи определяется какие классы трафиков в какой пропорции могут одновременно передаваться по каждому каналу связи и по каждому маршруту. Другими словами, результатом решения задачи является определение для каждой z -й пары отправитель-получатель и k -го класса трафика единственно упорядоченного множества путей с положительными потоками, обеспечивающие минимум суммарной средней задержки. Физический смысл этого решения состоит в том, что

потоки будут проходить по путям, для которых задержка сквозной передачи является минимальной и передача потоков по другим путям приводит к увеличению суммарной задержки.

Ниже приводится описание алгоритма, реализующего решение задачи распределения потоков в транспортной системе инфокоммуникационной сети (рис. 15).

1) вводит исходные данные, которыми являются параметры рассматриваемой топологии сети (количество коммуникационных центров, каналов связи, значения пропускных способностей каналов, интенсивности внешнего трафика, матрица тяготений потоков между узлами и т. д.);

2) на основе матрицы тяготений для каждого вида трафика вычисляет значение нитки потоков, подлежащих к передаче из i коммуникационного центра в j коммуникационный центр;

3) на основе значений пропускных способностей каналов вычисляет кратчайшие пути между каждой парой коммуникационных центров;

4) отправляет по ним потоки внешнего трафика согласно матрице тяготения и передаёт управление оператору 7;

5) вычисляет новые кратчайшие пути с учетом загруженности каналов нитками потоков внешнего трафика;

6) переброска определенных ниток потоков из старой пути в новой путь;

7) вычисляет очередное значение суммарного среднего времени задержки всех заявок в сети, то есть вычисляет значение функции (2);

8) проверяет условие: $T_h < T_{h-1}$; если условие выполняется то запоминает все вычисленные пути на данном этапе и передаёт управление оператору 5, в противном случае оператору 10;

9) осуществляет печать результатов и останавливает работу алгоритма.



Рис. 16. Блок-схема алгоритма распределения потоков в сети с заданной топологической структурой.

Таким образом, алгоритм распределения потоков в инфокоммуникационной сети с фиксированной топологией и ограниченной производительностью состоит из следующих программных модулей:

- формирования начальных исходных данных;
- определения дерева кратчайших путей;
- формирования начальных потоков в каналах связи;
- определения перегруженных точек сети и формирования реализуемого потока;
- поиска минимума целевой функции.

На основе разработанного алгоритма можно составить программу для конкретной сети с известными параметрами и обоснованно провести анализ результатов и разработать рекомендации по проектированию инфокоммуникационной сети с распределенной структурой.

Выводы по главе 3

1. В целях исследования характеристик потоков физическую структуру инфокоммуникационной сети целесообразно представить в виде «активных» и «пассивных» коммуникационных центров, к которым подключены помимо терминальных систем и системы обработки информации или только терминальные системы;

2. Разработанный алгоритм распределения потоков в сети с заданной топологической структурой позволяет для каждой «нитки» потоков определить кратчайший путь при заданных исходных данных.

Глава IV. Охрана труда и техническая безопасность

Эргономический анализ и оценка автоматизированных рабочих мест операторов-связистов

На автоматизированном рабочем месте оператора-связиста (АРМОС) в общем случае используются: средства отображения информации индивидуального пользования (блоки отображения дисплея, устройство сигнализации и т.д.);

- * средства управления и ввода информации (пульт дисплея, клавиатура управления, отдельные органы управления и т.д.);

- * устройства связи и передачи информации (модемы, телеграфные и телефонные аппараты);

- * устройства документирования и хранения информации (устройства печати, магнитной записи и т.д.)

- * вспомогательное оборудование (средства оргтехники, хранилища для носителей информации, устройства местного освещения).

В АРМОС должна быть обеспечена информационная и конструктивная совместимость используемых технических средств, антропометрических и психофизиологических характеристик человека.

При организации рабочего места должны быть учтены не только факторы, отражающие опыт, уровень профессиональной подготовки, индивидуально-личные свойства операторов-связистов, но и факторы, характеризующие соответствие форм, способов представления и ввода информации психофизиологическим возможностям человека.

При оптимизации процедур взаимодействия операторов-связистов с техническими средствами в условиях автоматизации эргономические факторы выступают в качестве основных, обуславливающих вероятно-временные характеристики и напряжённость работы. Эти факторы могут оказаться весьма чувствительными к вариациям индивидуально-личностных свойств оператора.

Связь эргономических факторов с индивидуально личностными особенностями и выполняемыми оператором-связистом операциями отображена в таблице (см. Л-1).

Применительно к АРМОС при проведении эргономического анализа необходимо оценить соответствие конструкции инженерно-психологическим требованиям (статическая оценка); сложность решаемых задач (алгоритмическая оценка). Статическая оценка предполагает проверку выполнения эргономических требований к размерам рабочего места и его элементов, оценку характеристик индикаторов, органов управления, и их взаимного расположения.

Размещение технических средств и кресла операторов в рабочей зоне должно обеспечивать удобный доступ к основным функциональным узлам и блокам аппаратуры для проведения технической диагностики, профилактического осмотра и ремонта; возможность быстро занимать и покидать рабочую зону; исключение случайного приведения в действие средств управления и ввода информации; удобную рабочую позу и позу отдыха. Кроме того, схема размещения должна удовлетворять требованиям целостности, компактности и технико-эстетической выразительности рабочей позы.

Алфавитно-цифровой дисплей (АЦД) должен размещаться на столе или подставке так, чтобы расстояние L_1 наблюдения информации на экране не превышало 700 мм (оптимальное расстояние 450 - 500 мм). В общем случае расстояние наблюдения выбирается в зависимости от высоты (Н) и угловых размеров (α) знака: $L_1 = H / 2 \operatorname{tg}(\alpha / 2)$. Для букв и цифр рекомендуются значения α от 15 до 18. Экран дисплея по высоте должен быть расположен так, чтобы угол β_1 между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20° . В горизонтальной плоскости угол наблюдения экрана не должен превышать 60° . Пульт дисплея должен быть размещён на столе или подставке так, чтобы высота B_3 клавиатуры пульта по отношению к полю составляла 650 - 720 мм. При размещении пульта на стандартном столе

высотой 750 мм необходимо использовать кресло с регулируемой высотой сиденья ($B_1 - B_2 = 450 - 380$ мм) и подставку для ног.

Документ (бланк) для ввода оператором данных рекомендуется располагать на расстоянии $\alpha_2 = 450 - 500$ мм от глаза оператора, преимущественно слева, при этом угол β_2 между экраном АЦД и документом в горизонтальной плоскости должен составлять 30 - 40°. Угол наклона клавиатуры γ должен быть равен 15°. На рисунке показана схема размещения дисплея в рабочей зоне оператора, обеспечивающая рациональное использование технических средств.

Экран АЦД, документы и клавиатура пульта дисплея должны быть расположены так, чтобы перепад яркостей поверхностей, зависящих от их расположения относительно источника света, не превышал 1:10 (рекомендуемое значение 1:3). При номинальных значениях яркостей изображение на экране 50 - 100 кд/м³ освещённость документа должна составлять 300 - 500 лк.

Устройства документирования и другие, нечасто используемые технические средства, рекомендуется располагать справа от оператора в зоне максимальной досягаемости, а средства связи слева, чтобы освободить правую руку для записей.

Помимо компоновочных решений рабочей зоны, при проведении статической оценки рассматриваются и вопросы, связанные с эргономичностью выбора светотехнических характеристик, размеров отдельных индикаторов и органов управления, их топологии, т.е. оценивается согласованность применённых технических решений с психофизиологическими особенностями восприятия и анализа информации оператором.

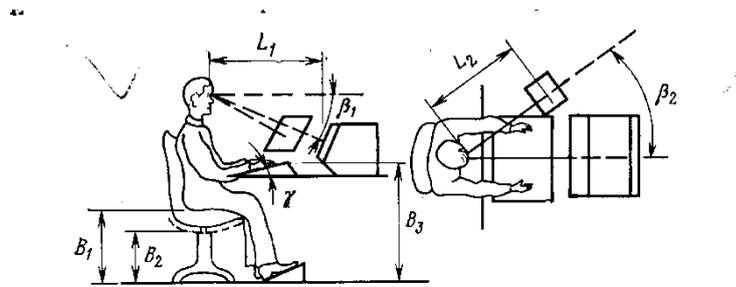


Рис. 14.6. Размещение дисплея в рабочей зоне

226

Алгоритмической оценкой определяется сложность решаемых задач оператором, т.е. логическая сложность алгоритма, его стереотипность, надёжность, время выполнения и, кроме этого, режимы работы СЧМ, а также выделяются задачи выполняемые оператором. Для получения количественных показателей можно воспользоваться методом алгоритмического анализа.

Если нормированное значение показателя стереотипности больше или равно 0,25, а показателя логической сложности 0,20, то можно считать, что при реализации данного алгоритма достаточно полно учтены возможности человека.

Необходимость проведения динамической оценки возникает в случае появления очереди на обслуживание. В такого рода ситуациях у оператора наблюдается дефицит времени на обслуживание, напряжённость и т.п., что может повлиять на характер поведения и результат его деятельности.

Динамическая оценка связана с анализом информационных потоков и сравнением полученных показателей с предельно допустимыми нормами деятельности.

Естественно, что любое автоматизированное рабочее место, помимо эргономичности, должно обеспечивать безопасные и здоровые условия труда.

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций

Для организации работ по ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, обеспечения постоянной готовности к

действиям аварийно-спасательной службы страны, а также для осуществления контроля за разработкой и реализацией мер по предупреждению возможных аварий и катастроф создана Государственная комиссия по чрезвычайным ситуациям Кабинета Министров Республики Узбекистан.

В целях ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий и катастроф в союзных и автономных республиках, краях, областях, городах и районах создают постоянно действующие комиссии по чрезвычайным ситуациям.

Все задачи по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) выполняются поэтапно в определенной последовательности в максимально короткие сроки.

На первом этапе решаются задачи по экстренной защите населения, предотвращению развития или уменьшения воздействия последствий ЧС и подготовке к выполнению спасательных и других неотложных работ.

Основные мероприятия по экстренной защите населения: оповещение об опасности; использование средств защиты; соблюдение режимов поведения; эвакуация из опасных зон; применение средств медицинской профилактики и оказание пострадавшим медицинской и других видов помощи.

Для предупреждения развития или уменьшения последствий ЧС производится локализация аварий, приостановка или изменение технологического процесса производства, предупреждение и тушение пожаров.

Основные мероприятия по подготовке к выполнению спасательных и других неотложных работ; приведение в готовность органов управления, сил и средств; ведение разведки очага поражения и оценка сложившейся обстановки.

Выполнение спасательных и других неотложных работ является основной задачей второго этапа ликвидации последствий ЧС. Одновременно

продолжается выполнение начатых на первом этапе задач по защите населения и уменьшению воздействия последствий чрезвычайных ситуаций.

Спасательные и другие неотложные работы ведутся непрерывно с необходимой сменой спасателей и ликвидаторов и соблюдением техники безопасности и мер предосторожности.

Спасательные работы включают и розыск пострадавших, извлечение их из завалов, горящих зданий, транспортных средств, эвакуации людей из опасных зон, оказание пострадавшим первой медицинской и других видов помощи.

К неотложным работам относятся: локализация и тушение пожаров, разборка завалов, укрепление конструкций, угрожающих обрушением, восстановление коммунально-энергетических сетей, линий связи и дорог в интересах обеспечения спасательных работ, проведения санитарной обработки людей, дезактивации, дегазации и т. д.

При ведении спасательных и других неотложных работ организуются все виды обеспечения. При этом особое внимание уделяется размещению пострадавшего населения, обеспечению его продовольствием, водой, оказанию медицинской, материальной и финансовой помощи.

На третьем этапе разрешаются задачи по обеспечению жизнедеятельности населения в районах, пострадавших в результате аварии, катастрофы или стихийного бедствия.

В этих целях осуществляются мероприятия по восстановлению жилья или возведению временных жилых построек, восстановлению энерго- и водоснабжения, объектов коммунального обслуживания, линий связи. Сюда же могут быть отнесены санитарная очистка очага поражения, оказание населению помощи, снабжение людей продуктами питания, предметами первой необходимости и т. п.

По окончании этих работ проводится возвращение (резэвакуация) эвакуируемого населения.

На третьем этапе начинаются работы по восстановлению функционирования объектов народного хозяйства. Эти работы выполняются строительными, монтажными и другими специальными организациями.

Возникновение отдельных видов ЧС может быть спрогнозировано заблаговременно. В этих случаях в соответствии с планами проводятся мероприятия в целях защиты населения, предотвращения или уменьшения последствий ЧС и по подготовке к проведению спасательных и других неотложных работ.

Характер и объем этих мероприятий зависит от вида ЧС, их возможных масштабов и времени до их предполагаемого возникновения.

В целях защиты населения осуществляется: оповещение и информирование населения об опасности; приведение в готовность средств защиты; проверка готовности систем и средств управления; подготовка к выдаче или выдача населению средств индивидуальной защиты и медицинской профилактики; проведение санитарных и противоэпидемических мероприятий; подготовка к эвакуации, а при необходимости проведение эвакуации из районов и участков, которым угрожает опасность.

Мероприятия по предотвращению воздействия поражающих факторов ЧС: изменение режимов или приостановка работы объектов народного хозяйства, систем энерго-, газо- и водоснабжения; укрепление существующих или строительство дополнительных инженерных сооружений; проведение противопожарных мероприятий; вывоз материальных ценностей, запасов и сельскохозяйственных животных из угрожающих районов; защита продовольствия, пищевого сырья, фуража и источников водоснабжения.

Для подготовки к выполнению спасательных и других работ приводятся в готовность аварийно-спасательная служба, другие силы, а также создаются запасы материальных средств.

При получении данных об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций принимаются меры по проверке достоверности полученных данных и получения дополнительных сведений об обстановке.

При выполнении мероприятий по защите населения и ведения спасательных и других неотложных работ должны учитываться особенности последствий, возникающих при различных видах ЧС. При этом учитывается, что основное последствие той или иной ЧС может сопровождаться другими видами последствий. В таких случаях защитные мероприятия должны иметь комплексный характер, учитывающий все условия сложившейся обстановки.

Заключение

Результатом выпускной квалификационной работы является разработка нового алгоритма распределения потоков в транспортной системе информационно-коммуникационной сети следующего поколения.

В ходе разработки был подробно изучен материал по ССП, собран и проанализирован теоретический материал по сетевым архитектурам. На основе этого были разработаны алгоритм распределения трафика по каналам с ограниченными пропускными способностями.

В ходе выполнения работы освещены вопросы технологической основы построения транспортной сети и функциональные особенности компонентов современной ССП и их взаимодействие между собой, показана эффективность применения протокола MPLS в транспортной системе ССП.

В работе предложено проводить исследование потоковых параметров транспортной системы на основе представления физической структуры сети в виде разделения их на абонентские, терминальные системы и на коммуникационные центры, подключенные между собой через каналы связи.

Функции систем предложено описывать следующим образом: АС – предоставление услуг и информационных ресурсов, хранение массивов данных, переработка информации, поиск информации. КЦ – управление потоками информации между АС, ТС и КЦ (маршрутизация, коммутация, управление передачей данных и т. д.). ТС – получение услуг и потребление информационных ресурсов: управление работой терминалов, подготовка заданий и получение запрошенных информационных ресурсов, сопряжение с технологическими процессами.

На базе такого подхода физическая структура ССП представлена в упрощенном виде, а именно: центр, к которому подключены только ТС, назван «пассивным» коммуникационным центром (ПКЦ), а центр, к которому помимо ТС подключены и АС «активным» коммуникационным центром (АКЦ).

Для аналитической оценки, поступающие потоки в ССП предлагается разделить на три категории:

- трафик пакетов с интенсивностью поступления γ_1 , в котором допускаются их потери при передаче;

- трафик пакетов с интенсивностью поступления γ_2 , который может быть задержан и в котором могут восстанавливаться некоторые потерянные пакеты;

- трафик пакетов с интенсивностью поступления γ_3 , который требует сквозной передачи и не допускает потерь;

С учетом этих особенностей в заключительной части работы приводится описание алгоритма распределения потоков по виртуальным каналам транспортной сети ССП.

Список использованной литературы

1. Т.Н. Нишанбаев, М. Д. Юлдашев. Распределение потоков в транспортной системе инфокоммуникационной сети следующего поколения.
2. И.Г.Бакланов. NGN: принципы построения и организации / под ред.Ю.Н.Чернышова.– М.:Эко-Трендз, 2008.-400с.
3. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие.В 3 томах. Том 3.-Мультисервисные сети / В.В.Величко, Е.А.Субботин, В.П.Шувалов, А.Ф.Ярославцев;под ред. Профессора В .П. Шувалова –М.:Горячая линия-Телеком. 2005.- 592с.
4. Ю.В.Семенов. Проектирование сетей связи следующего поколения. – Спб.:Наука иТехника, 2005. -240с.
5. Нишанбаев Т. Н. Оптимизационно-имитационные модели и алгоритмы построения и исследования распределенных вычислительных сетей. Авт. на соискание ученой степени доктора технических наук. «Кибернетика», Ташкент 1994, 22с.
6. Клейнрок Л.. Теория массового обслуживания. – «Машиностроение», Москва, 1979, 432с.
7. Сети NGN. <http://www.akvadra.ru/categories.html?id=40>
8. Крупномасштабные мультисервисные сети связи. NGN технологии. http://www.informsviaz.ru/inform_tech/multiserv.html
9. Мультисервисные сети. http://www.informsviaz.ru/inform_tech/multiservice.html

П р и л о ж е н и е