

**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: \_Формализация задач при проектировании современных  
инфокоммуникационных сетей**

Выпускник Балтаев.Ю.Ю

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

Балтаева Юнуса Юсупбаевича  
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы \_\_\_\_\_ Формализация задач при проектировании современных инфокоммуникационных сетей \_\_\_\_\_

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	Состояние и перспективы развития современных инфокоммуникационных сетей		
2	Функциональные особенности компонентов ИКС		
3	Основы проектирования современных инфокоммуникационных сетей		
4	Охрана труда и техническая		

Выпускник \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

подпись

Руководитель \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

подпись

### **Qisqacha ma`lumot**

Ushbu bitiruv malakaviy ishida trafiklari integratsiya qilingan infokommutatsion tarmoq komponentalari funksiyalarining tadqiqoti o`tkazilgan. Keltirilgan xarajatlarni minimallashtirish mezonini asosida tarmoq loyihasini yaratishning optimizatsion masalasi tavsiflangan va masala echimining umumiy shemasi keltirilgan.

### **Аннотация**

В данной выпускной квалификационной работе проведено исследование функционирования компонентов инфокоммуникационной сети в условиях интеграции трафика. Рассмотрены вопросы формализованного описания оптимизационной задачи проектирования сети по критерию минимизации приведенных затрат на создание и эксплуатации сети и приведена общая схема ее решения.

## Содержание

	<b>Введение</b>	4
<b>Глава I.</b>	<b>Состояние и перспективы развития современных инфокоммуникационных сетей</b>	6
1.1.	Обобщенная архитектура инфокоммуникационных сетей	6
1.2.	Услуги, предоставляемые сетью пользователям	9
1.3.	Методы доступа к сервисам ИКС	13
<b>Глава II.</b>	<b>Функциональные особенности компонентов ИКС</b>	20
2.1.	Функции транспортной системы ИКС и их компонентов	20
2.2.	Программно-техническое обеспечение телекоммуникационной сети ИКС	29
2.3.	Требования, предъявляемые к системам обработки ИКС	35
<b>Глава III.</b>	<b>Основы проектирования современных инфокоммуникационных сетей</b>	42
3.1.	Оптимизационная модель системного проектирования ИКС	42
3.2.	Конкретизация и описание задач, решаемых при поэтапном проектировании ИКС	59
<b>Глава IV</b>	<b>Охрана труда и техническая безопасность</b>	69
4.1.	Виды и условия трудовой деятельности человека	69
4.2.	Эргономические основы охраны труда	72
4.3.	Задачи, решаемые в чрезвычайных ситуациях	74
	<b>Заключение</b>	
	<b>Список использованной литературы</b>	

## Введение

Разработка, внедрение и использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) являются сегодня неотъемлемым признаком современного общества и имеют большое значение для его экономического роста и развития. Посредством ИКТ в распоряжение пользователей предоставляется широкий спектр услуг, реализация которых основана на архитектурно открытой, децентрализованной, избыточной информацией и основанной на единых принципах распределенной инфокоммуникационной сети.

В отличие от традиционной телекоммуникационной сети, инфокоммуникационная сеть (или сеть следующего поколения) обладает рядом возможностей, связанных с накоплением, хранением, переработкой информации, и обеспечивает механизмы ее предоставления в любом месте сети и в любое время. В данном контексте это понятие связано с понятием универсальной всеобъемлющей инфокоммуникационной инфраструктуры или среды для передачи и обработки информации, в которой функционирует множество служб, позволяющих решать конкретные прикладные задачи и предлагающих сервисные услуги.

В связи с многофункциональностью инфокоммуникационной сети она описывается на основе принципа декомпозиции – путем расчленения ее на множество структур, каждая из которых содержит элементы, выделенные на соответствующем уровне: физическая структура, как совокупность физических каналов, логическая и информационная структуры, описывающие размещение и взаимосвязи в ИКС тех или иных информационных процессов.

Процесс развития инфокоммуникационного сектора обуславливает естественный рост инфокоммуникационной сети (ИКС) в целом и совершенствование механизмов ее эффективного функционирования.

Основной целью функционирования данной сети является предоставление инфокоммуникационных услуг, качественное и своевременное обеспечение всех требований пользователей.

Качественное предоставление инфокоммуникационных услуг неразрывно связано с процессами информационного обмена в информационных и телекоммуникационных подсистемах. Оптимальная реализация этих процессов требует новых подходов и механизмов, позволяющих создание высокоэффективных и надежных связей в сетевой структуре и отвечающих требованиям по передаче и обработке информации.

Настоящая дипломная работа посвящена конкретизации и формализации задач при проектировании современных инфокоммуникационных сетей, которая позволяет оптимально выбрать все компоненты и рационально построить структуру проектируемой сети.

## Глава I. Состояние и перспективы развития современных инфокоммуникационных сетей

### 1.1. Обобщенная архитектура инфокоммуникационных сетей

В связи с бурным ростом спроса на информационные услуги, все актуальнее становятся вопросы создания информационно-коммуникационных сетей (которые получили название - сети следующего поколения (ССП)). Эти сети в рамках единой инфраструктуры объединяют телефонных сетей общего пользования, мобильную связь, ресурсы сети Интернет, телефонию по IP-протоколу.

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

В настоящее время наибольшее распространение получила четырех-уровневая архитектура СПП. (рис. 1):

- уровень управления услугами;
- уровень управления коммутацией;
- транспортный уровень;
- уровень доступа.

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

- предоставление информационных услуг;
- управление услугами;



Рис. 1. Архитектура сети следующего поколения.

- создание и внедрение новых услуг;
- взаимодействие различных услуг.

Данный уровень позволяет реализовать специфику услуг и применять одну и ту же программу логики услуг вне зависимости от типа транспортной сети и способа доступа. Наличие этого уровня позволяет также вводить в сеть следующего поколения любые новые услуги без вмешательства на функционирование других уровней.

Задачей уровня управления коммутацией является обработка информации сигнализации, маршрутизация вызовов и управление потоками. Данный уровень поддерживает логику управления, которая необходима для обработки и маршрутизации трафика.

Установление соединения реализуется на уровне элементов базовой сети под внешним управлением оборудования программного коммутатора (Softswitch).

В случае использования на сети нескольких Softswitch они взаимодействуют посредством соответствующих протоколов (как правило, семейство SIP-T) и обеспечивают совместное управление установлением соединения.

Задача транспортного уровня — коммутация и прозрачная передача информации пользователя. Основные требования, предъявляемые к транспортному уровню являются:

- высокая надежность оборудования узлов;
- поддержка функций управления трафиком;
- хорошая масштабируемость.

Надежность выходит на первое место, так как транспортный уровень ССП должен обеспечивать передачу разнородного трафика, в том числе чувствительного к задержкам.

Составными частями транспортного уровня ССП являются сеть доступа и базовая сеть.

Под сетью доступа понимается системно-сетевая инфраструктура, которая состоит из абонентских линий, узлов доступа и систем передачи, обеспечивающих подключение пользователей к точке агрегации трафика (к сети ССП или к традиционным сетям электросвязи).

Для организации уровня доступа могут использоваться различные среды передачи. Это может быть медная пара, коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель, радиоканал, спутниковые каналы либо любая их комбинация.

Базовая сеть – это универсальная сеть, базирующаяся на технологии пакетной коммутации, и выполняющая функции транспортировки и коммутации. В состав базовой сети входят:

- транзитные узлы, выполняющие функции переноса и коммутации;
- конечные (граничные) узлы, обеспечивающие доступ абонентов к сети;
- контроллеры сигнализации, выполняющие функции обработки информации сигнализации, управления вызовами и соединениями;
- шлюзы, позволяющие осуществить подключение традиционных сетей электросвязи (ТфОП, СПД и т.д.).

Контроллеры сигнализации предназначены для обслуживания нескольких узлов коммутации. Использование общих контроллеров позволяет рассматривать их как единую систему коммутации,

распределенную по сети. Такое решение позволяет заменить дорогостоящие системы коммутации большой емкости небольшими, гибкими системами. Такие системы коммутации доступны по стоимости даже мелким операторам электросвязи.

Доступ к ресурсам базовой сети осуществляется через граничные узлы, к которым подключается оборудование сети доступа или обеспечивается связь с другими сетями. В последнем случае граничный узел выполняет функции межсетевого шлюза.

Шлюзы относятся к уровню доступа. Сеть доступа – это сеть электросвязи, обеспечивающая подключение оконечных терминальных устройств (оконечное абонентское оборудование) пользователя к оконечному узлу транспортной сети. К технологиям построения сетей доступа относятся:

- беспроводные технологии (Wi-Fi, Wi-MAX);
- технологии на основе систем кабельного телевидения;
- оптоволоконные технологии (пассивные оптические сети (PON)).

## **1.2. Услуги, предоставляемые инфокоммуникационной сетью пользователям**

Предоставляемые сетью следующего поколения услуги классифицируются следующим образом:

- базовые услуги, ориентированные на установление соединения с использованием фрагмента ССП между двумя оконечными терминалами;
- услуги, предоставляемые наряду с базовыми и ориентированные на поддержку дополнительных списков возможностей;
- услуги доступа, ориентированные на организацию доступа к ресурсам, и точек присутствия интеллектуальных сетей и сетей передачи данных;

- информационно-справочные услуги, ориентированные на предоставление информации из баз данных, входящих в структуру ССП;
- услуги виртуальных частных сетей, ориентированные на организацию и поддержание функционирования частных сетей (VPN) со стороны элементов ССП;
- услуги, ориентированные на обеспечение и поддержку функционирования мультимедийных приложений со стороны фрагмента ССП.

**Под базовыми видами услуг** понимаются:

- услуги местной, междугородной, международной телефонной связи, предоставляемые с использованием (полным или частичным) фрагмента сети ССП. Базовые услуги телефонии в сетях ССП могут использовать технологии компрессии речи, при этом качество предоставления базовых услуг должно соответствовать классам "высший" и "высокий".
- услуги по передаче факсимильных сообщений между терминальным оборудованием пользователей;
- услуга доставки информации "64 кбит/с без ограничений" и услуги предоставления связи для установления соединений между терминальным оборудованием пользователей по технологии ISDN. Услуга предоставляется пользователям, использующим терминалы ISDN.

Задачей сетевого фрагмента ССП при предоставлении базовых услуг является установление и поддержание соединения с требуемыми параметрами.

**Предоставление базовых услуг может сопровождаться дополнительными видами обслуживания**, которые расширяют возможности пользователя по получению информации о соединении, а также позволяют изменять конфигурацию соединения. В сетевом фрагменте ССП пользователям могут быть доступны следующие дополнительные виды обслуживания: идентификации вызывающей линии, запрет идентификации вызывающей линии, предоставление идентификации подключенной линии,

переадресация вызова при отсутствии ответа или при ее занятости, безусловная переадресация вызова и т. п.

Следует отметить, что в зависимости от используемого типа подключения и терминального оборудования, а также от возможностей коммутационного оборудования список и алгоритмы предоставления услуг могут отличаться.

**Услугами доступа**, поддерживаемыми со стороны ССП, являются:

- услуги доступа в сети IP по коммутируемому соединению с поддержкой процедур точки доступа и авторизации со стороны ССП - применяются для поддержки WWW, E-mail, FTP-приложений, а также для доступа к сетям IP-телефонии;

- услуги доступа к информационно-справочным ресурсам с поддержкой точки доступа и авторизации доступа со стороны ССП (например, функция Service Node при доступе к внешним ресурсам).

К информационно-справочным относятся услуги предоставления информации со стороны элементов фрагмента ССП. В отличие от услуги доступа к информационно-справочным ресурсам, в данном случае предоставление предполагает включение сервера услуги в состав фрагмента ССП и использование интерфейсов между Softswitch и сервером приложений.

ССП поддерживает предоставление следующих видов услуг виртуальных частных сетей:

- виртуальная частная сеть (VPN) на основе коммутируемых соединений поддерживает адресное пространство VPN. В этом случае Softswitch анализирует номера входящего и исходящего абонента с принятием решения о возможности установления соединения в соответствии с политикой VPN. После принятия положительного решения об установлении соединения обрабатывается во фрагменте ССП как обычный вызов;

- виртуальная частная сеть на основе постоянных соединений внутри фрагмента ССП имеет возможность обработать адресную информацию с помощью гибкого коммутатора. В этом случае для виртуальной частной сети изначально резервируется транспортный ресурс. Обслуживание вызовов VPN осуществляется гибким коммутатором в рамках выделенного для VPN транспортного ресурса;

- виртуальная частная сеть на основе постоянных соединений без обработки сигнальной информации вызова гибким коммутатором. В этом случае VPN использует фрагмент NGN только как транспортный ресурс. Обработкой сигнальной информации, относящейся к вызову, занимаются внешние к фрагменту устройства.

Мультимедийные услуги рассматриваются с двух позиций:

- с позиции абонентов услуг связи;
- с позиции поставщика услуг (оператора связи).

С точки зрения абонентов, мультимедийная услуга связи представляет собой возможность сети обеспечить функционирование специфических мультимедийных пользовательских приложений. Абоненту безразлично, на базе какой сети предоставляется мультимедийная услуга, т. е. услуга не зависит от технологической платформы сети.

Мультимедийное пользовательское приложение представляет собой приложение, одновременно поддерживающее несколько "единиц" представления аудиовизуальной информации и предоставляющее абонентам общее информационное пространство в рамках одного сеанса связи. В качестве примеров мультимедийных приложений можно привести следующие: совместная работа с документами и графикой, "белая доска", дистанционное обучение, телемедицина и др.

Оператор связи рассматривает мультимедийную услугу связи как перенос комбинации двух или более "единиц" представления аудиовизуальной информации (т. е. видео, звука, текста) между абонентами

(группами абонентов) в рамках сетевой инфраструктуры и с учетом состава и возможностей используемого оборудования.

Таким образом, возможность предоставления той или иной мультимедийной услуги полностью зависит от технологической платформы сети.

Под "широкополосными мультимедийными услугами" понимаются услуги связи, предоставление которых осуществляется на базе широкополосных сетей связи, способных обеспечить перенос информации (контента) в виде непрерывных потоков пакетов в режиме реального времени.

### **1.3. Методы доступа к сервисам ИКС**

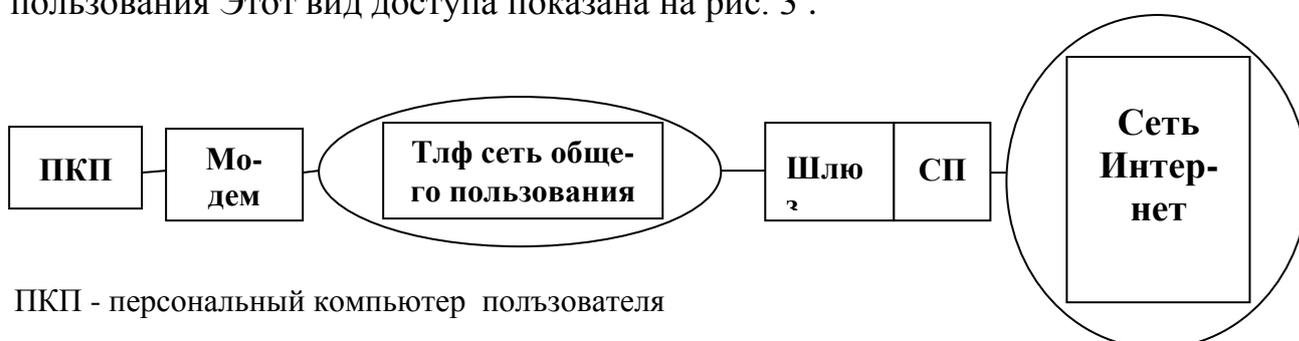
Поскольку сеть Интернет является "прообразом" сети NGN и даже всей Глобальной информационной инфраструктуры, то технология доступа к базовой сети следующего поколения (доступа к базовой сети NGN) является той же самой, что и технология доступа к сети Интернет.

Поэтому развитие сети Интернет является главным фактором развития технологий доступа к сетям следующего поколения. В общем виде технологию уровня доступа ССП можно классифицировать так, как показано на рис. 2. Ниже приводится краткое описание наиболее популярных технологий.



Рис. 2. Классификация технологий доступа по типу используемых сред передачи

1. Доступ к Интернет (СП) по каналам телефонной сети общего пользования Этот вид доступа показана на рис. 3 .



ПКП - персональный компьютер пользователя

СП - Сервис - провайдер

Рис. 3. Схема доступа к сети Интернет по каналам телефонной сети общего пользования.

Основной недостаток — очень маленькая скорость передачи данных , продолжительное время ожидания соединения.

В настоящее время он достаточно распространен из-за недостаточности широкополосных линий. В будущем, скорее всего, он исчезнет совсем.

2. Доступ по DSL. Технологию доступа, использующий телефонные абонентские кабели, называют DSL (Digital Subscriber Loop).. На концах

телефонной линии устанавливаются модемы DSL, которые преобразуют цифровой поток данных в модулированный сигнал. На выходе системы пользователям предоставляются стандартные интерфейсы передачи данных: E1, V.35; V.24; USB или Ethernet.

При таком поверхностном описании абонентская линия складывается, в сущности, из двух проводов, проходящих через множество соединений и заканчиваются на оборудовании АТС. За последние годы разработаны разные технологии уплотнения абонентских линий HDSL, ADSL, RADSL, SHDSL, VDSL, IDSL и др. Все они представляют собой разные способы передачи цифровых потоков (цифровизации) вместе с голосовыми сигналами по абонентской линии.

Система передачи HDSL обеспечивает симметричный режим передачи информации со скоростью около 2 Мбит/с в обоих направлениях по одной или двум парам проводов на расстояние до 10 км.

Оборудование ADSL, обеспечивает асимметричную передачу информации: со скоростью 6 - 8 Мбит/с — в направлении к абоненту, и 640 Кбит/с или меньше — в сторону узла связи. RADSL отличается от упомянутых выше технологий тем, что поддерживает или симметричный режим со скоростью около 1 Мбит/с, или асимметричный — со скоростью к абоненту до 8 Мбит/с. SDSL обозначает, как правило, симметричную передачу по одной паре, IDSL — модификацию DSL для сети ISDN.

Доступ по DSL является сравнительно недорогим и потому широко используется.

3. Доступ по сети кабельного телевидения (СКТВ). Для доступа к сети следующего поколения (к сети Интернет) по домашней коаксиальной сети нужны кабельные модемы, причем у абонента размещается индивидуальный модем, а у провайдера — станция кабельных модемов (Рис. 4).

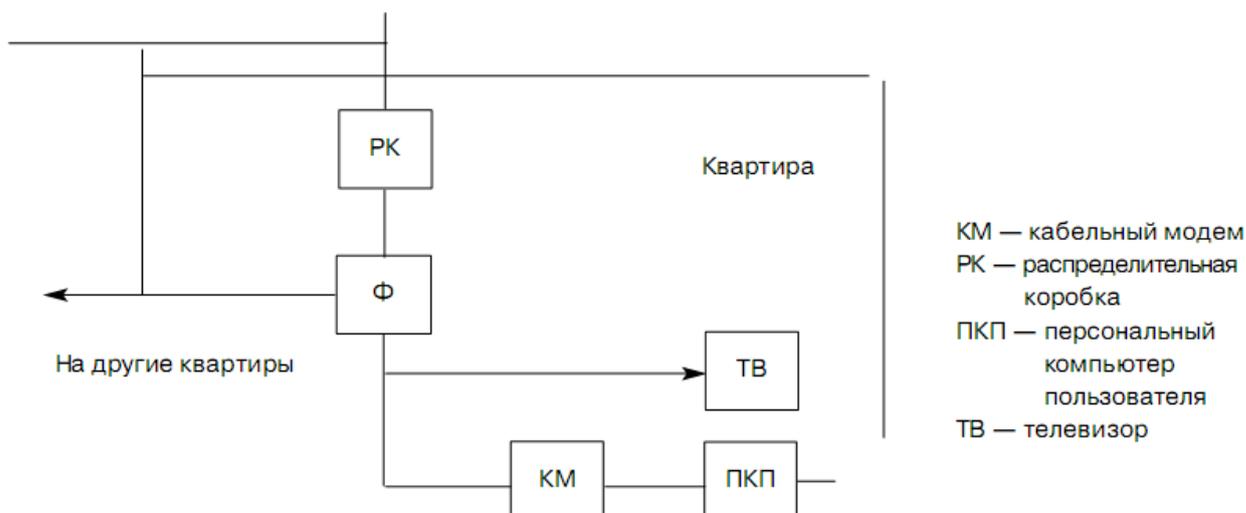


Рис. 4. Организации скоростного доступа к сети для каждого пользователя.

Как видно из рисунка, телевизионный сигнал и данные передаются по одному коаксиальному кабелю, но на телевизор и персональный компьютер эти два потока подаются в отдельности, благодаря использованию фильтра.

Доступ является достаточно экономичным и широко используется.

4. Доступ к сети следующего поколения (или к сети Интернет) через Ethernet.

В этом случае к точке доступа подводится сеть Интернет. Дальнейшее распределение происходит уже по сети Ethernet, с делением трафика между пользователями. Такое распределение выгодно тем, что реальный трафик Ethernet обычно ниже, чем суммарная индивидуальная нагрузка от абонентов. Это оказывается возможным вследствие свободного одновременного доступа к сети, чем и отличается Ethernet. В последнее время и доступ по DSL, и доступ по СКТВ часто выполняется через сеть Ethernet.

Последнее время технология локальных вычислительных сетей (ЛВС) Ethernet все шире охватывает местные, городские и даже междугородные сети.

Подобный доступ становится экономичным при большом количестве пользователей.

5. Доступ по силовой проводке. Данный способ проводного доступа к сети следующего поколения (или Интернет) основан на организации передачи информации по сетям электропитания (Power Line Communications, PLC). Передача в сетях PLC основана на разбивку потока данных на несколько более мелких, каждый из которых передается на своей частоте. На входе эти потоки объединяются, и таким способом исходный поток восстанавливается. Новейшее оборудование PLC обеспечивает скорость передачи до 200 Мбит/с на 84 частотах в диапазоне от 4 до 21 МГц по разветвленным сетям.

В мире реализовано множество проектов сетей PLC. Они развернуты в США, Испании, Китае, Франции и других странах.

Следует отметить, что современные кабельные сети доступа ориентированы на прокладку оптоволоконного кабеля до абонента. Преимуществом оптического кабеля является то, что он фактически не имеет ограничений по скорости передачи данных от абонента.

Недостатки решения - необходимость использовать на уровне клиентов сети дорогие оптоэлектронные преобразователи и высокая общая стоимость реконструкции абонентской кабельной сети.

6. Радиодоступ к сети следующего поколения (или к сети Интернет). Известно несколько видов радиодоступа.

Преимуществом радиочастотных систем доступа ССП является оперативность развертывания. Поскольку радиочастотные системы не связаны с необходимостью прокладки кабельных сетей до абонента, то начальные затраты на развертывание таких систем невелики. В то же время их развертывание связано с необходимостью получения разрешения на использование определенного диапазона частот. В большинстве случаев у систем радиочастотного доступа имеются ограничения по количеству

абонентов в сети и по скорости передачи данных от каждого абонента. Она позволяет быстро развернуть сегменты сетей доступа с широким покрытием территории городов или сельской местности и собрать с этих территорий трафик ССП.

В первую очередь, это доступ по сети Wi-Fi. Иногда данную технологию называют "Радио Ethernet", что не совсем корректно: Wi-Fi и Ethernet близкие на канальном уровне, но на физическом довольно сильно отличаются. Если Ethernet функционирует по медным и оптическим кабелям, то Wi-Fi использует радиопередачу, а эта среда неустойчивая из-за непостоянных условий на трассе, отражений и препятствий. Радиотрассы требуют применения более совершенного оборудования, чем проводные, и потому в Wi-Fi закладываются более утонченные алгоритмы работы, чем в Ethernet. Например, протоколом Wi-Fi предполагаются переменные скорости работы на постоянных расстояниях.

При организации радиолинии Wi-Fi желательно для любой дистанции рассчитать баланс мощности и затухания, чего для сети Ethernet не требуется. Аналогичная ситуация и с сетями Wi/MAX, отличающихся от Wi-Fi значительно большим радиусом действия (50 км и более). Если Wi-Fi работает, как правило, на частотах 2,4-2,5 ГГц, то современные сети WiMAX осваивают более высокочастотные диапазоны: 3,5 и 5,5 ГГц.

Сеть создается следующим образом: у провайдера размещается базовая станция (точка доступа — Access Point). Один блок базовой станции способен поддерживать связь в секторе с 200 пользователями. Сборка (кластер) из шести блоков может обслуживать до 1200 пользователей, обеспечивая круговое покрытие местности. Базовая станция может подключаться к локальной сети или маршрутизатору через порт RJ-45, а питание получать по свободным парам проводов. У пользователя устанавливается абонентский модуль. Для доступа к сети Интернет его можно подключить к домашней сети или устройству Wi-Fi.

Передача сигналов по радиоканалам подвержена к воздействию радиопомех. Поэтому технологии радиодоступа, сегодня совершенствуется.

7. Спутниковый доступ к сети следующего поколения (или К сети Интернет). Этот вид доступа занимает пока довольно скромное место среди других. Исторически первой системой скоростного спутникового доступа была DirecPC, обеспечивающая асимметрический доступ к сети Интернет. В этой системе запросы от пользователей отправляются по наземным линиям, а весь входящий трафик поступает по спутниковому каналу через приемную "тарелку". Комплект DirecPC состоит из приемной спутниковой антенны и конвертора, кабеля снижения и платы PCI.

Технология DirecPC получила развитие в системе NetSat Direct от компании NetSat Express, в которой система асимметричной связи реализована не по наземной линии, а по спутниковой связи. В этой системе применяется микроволновый передатчик, через который запросы к службам DirecPC передаются на спутник — ретранслятор. При этом пользователь не "привязан" к наземной линии связи, а делает запрос через спутник.

Еще одна модификация NetSat Direct предполагает обслуживание целого кластера пользователей через более мощный приемопередающий пункт, оснащенный антенной большей чувствительности и, соответственно, большего диаметра.

## **Глава II. Функциональные особенности компонентов ИКС**

### **2.1. Функции транспортной системы ИКС и их компонентов**

После рассмотрения обобщенной архитектуры и способов доступа к ССП, перейдём к рассмотрению её основных компонентов.

Транспортная система в архитектуре ССП занимает особое место. Она являясь каркасом современной ССП представляет собой средство для соединения пользователей и всех информационных ресурсов а также приложений, дислоцированных по всей сети.

В транспортной сети формируется канал передачи данных между двумя точками подключения пользователей ССП.

Канал передачи данных в транспортнои сети может быть установлен на основе технологии «виртуального канала», (или «виртуальной трубы») или «дейтаграммного » принципа передачи.

В транспортной сети могут присутствовать как соединения «точка-точка», что может трактоваться как канал, так и соединения «точка-многоточка» и даже «многоточка-многоточка», что нельзя уже рассматривать как канал.

По объему передаваемого трафика «виртуальные трубы» могут быть симметричными и асимметричными, допускается режим однонаправленной передачи (симплексный канал).

В отличие от сетей доступа, которые разворачиваются «по месту», транспортная сеть строится запланированно, в соответствии со стратегией развития ССП в целом .

На рис. 5 представлена модель функционирования транспортной сети, согласно которой потребителями ресурсов транспортной сети являются сети доступа. Сети доступа собирают трафик от пользователей ССП и взаимодействуют друг с другом через транспортную сеть. Из этой схемы

видно, что транспортная сеть играет определяющую роль в транспортировке данных.

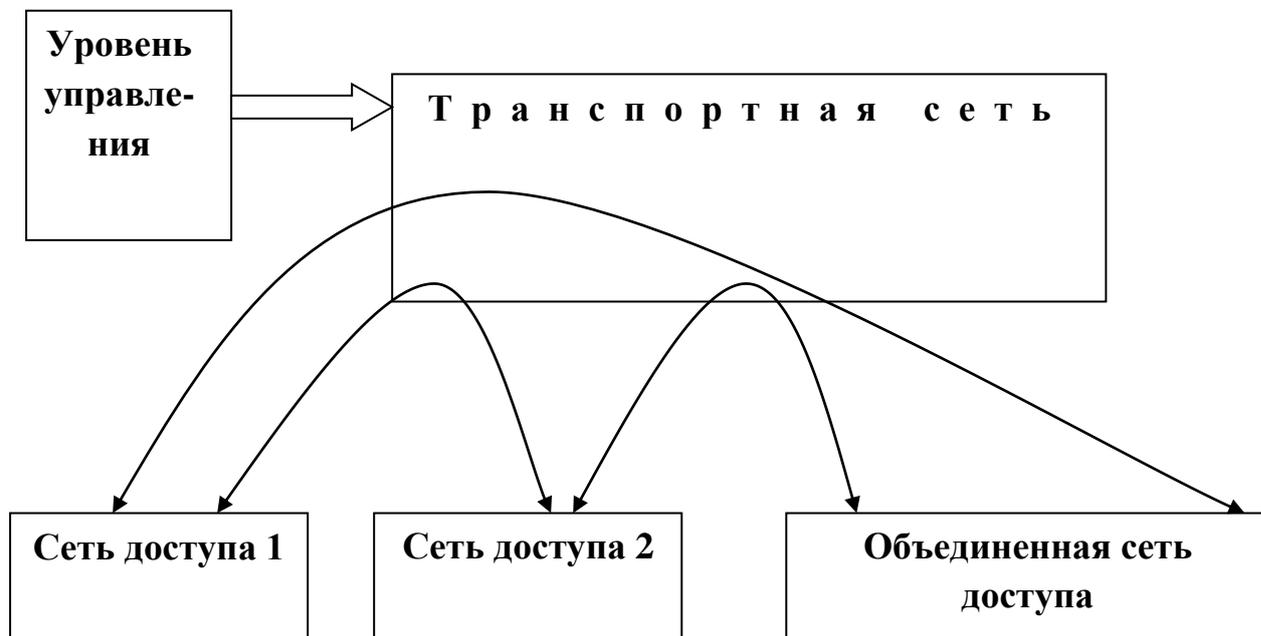


Рис. 5. Взаимодействие сетей доступа через транспортную сеть

Основное назначение транспортной сети заключается в обслуживании трафика данных ССП.

Для обслуживания трафика в транспортной сети выполняются следующие процедуры: распределение и маршрутизация трафика, выравнивание нагрузки по связям различной топологии («точка-точка», «точка-многоточка» и пр.), дублирование трафика, мультиплексирование (объединение) и демультиплексирование (разделение) данных и т.д.

В целях обеспечения передачу данных любого формата, поступающие в транспортную сеть данные унифицируются.

Разнородные данные от разных сетей доступа сначала преобразуются в единый формат, а затем начинается процесс передачи их средствами транспортной сети.

Основой современной концепции единой транспортировки данных является IP технология и ее окружение. На рис. 6 приведена схема транспортной сети.

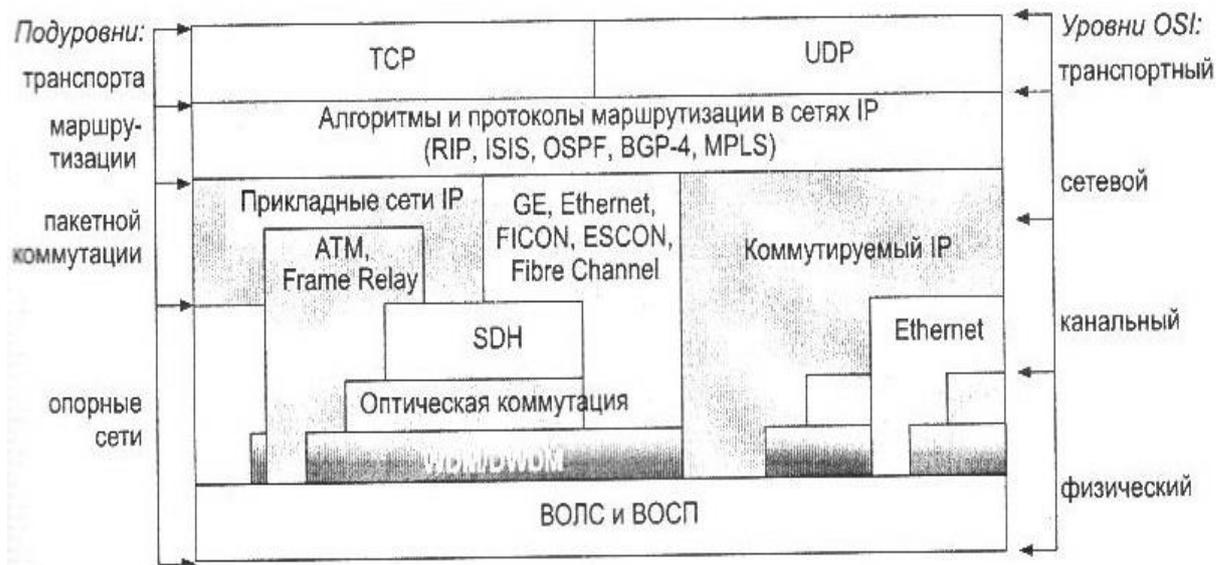


Рис. 6. Современная концепция транспортной сети ССП.

Технология транспортной сети согласно эталонной семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (модели OSI) содержит первые четыре уровня.

Ниже с новых позиций приводится краткое описание многоуровневой концепции транспортной сети ССП, охватывающий все технологии современных сетей от физического до транспортного уровня OSI (рис. 6).

Физический уровень представлен волоконно-оптическими системами передачи (ВОСП) на основе волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Поверх него размещается оборудование системы оптического мультиплексирования. Выше этого уровня находятся системы оптической коммутации, где с помощью специальных устройств оптический сигнал коммутируется и в дальнейшем распространяется по другому волокну или в другом диапазоне волн без аналогово-цифровых преобразований, поскольку здесь данные передаются непосредственно в виде цифрового сигнала.

Основной технологией физического уровня являются волоконно-оптические системы передачи (ВОСП).

Современные радиорелейные, спутниковые и традиционные системы передачи входят в состав транспортной сети ССП на уровне доступа. Современные требования по передаче пакетного трафика ориентированы на скорость передачи данных более 10 Гбит/с. Такую скорость передачи может обеспечить только оптоволоконная технология, т.е. ВОСП.

ВОСП оптимизирует использование оптических кабелей за счет системы спектрального мультиплексирования, позволяющей формировать несколько цифровых каналов широкополосной передачи на одном оптическом волокне. Системы оптической коммутации дополняют эту систему, обеспечивая коммутацию сигналов с одной длины волны на другую.

На канальном уровне транспортных сетей применяются различные технологии, которые позволяют загрузить данные по протоколу IP в ВОСП на физическом уровне.

В качестве возможных вариантов могут применяться технологии NGSDH (SDH нового поколения), сети Ethernet и Gigabit Ethernet (GE).

Помимо перечисленных технологий допускается и вариант прямой загрузки дейтаграмм IP в ВОСП, что представлено на рисунке 6 как вертикальный разрез технологией IP всей многоуровневой структуры. Такой вариант в последнее время используется редко, но теоретически он вполне возможен.

Все решения объединяются на сетевом уровне, который включает в себя два подуровня. На нижнем подуровне данные от различных систем канального уровня преобразуются в дейтаграммы единого формата IP. верхний подуровень объединяет различные решения в части организации маршрутизации полученных дейтаграмм.

Завершает модель транспортный уровень, где дейтаграммы IP собираются в кадры TCP или UDP, которые собственно и передаются по транспортной сети.

Дальнейшие уровни модели OSI уже являются уровнями управления и услуг.

Как следует из рис. 6 не существует четкого деления технических решений по уровням OSI, то есть некоторые технологии выполняют функции одновременно нескольких уровней, другие - только отдельных уровней или даже подуровней.

На практике эффективнее классифицировать многовариантные решения, а именно:

процедуры, имеющие место на физическом и канальном уровне, принять как решения подуровня опорных сетей, который включает в себя технологии ВОЛС, WDM, NGSDH, оптической коммутации и магистрального Ethernet. Выше этого подуровня разместить подуровень пакетной коммутации, а над ним подуровень *маршрутизации*, а выше выделить подуровень транспортной сети, который уже полностью соответствует транспортному уровню модели OSI.

Полученная модель из четырех подуровней является более корректной, поскольку не требует выделения в отдельных технологиях транспортной сети каких-то дополнительных слоев или элементов.

Из рисунка следует не только многослойность современной концепции транспортной сети, но и многовариантность технических решений. В качестве иллюстрации можно рассмотреть пять различных методов загрузки данных коммутируемого IP (на схеме справа) в ВОСП:

IP → Ethernet → ВОСП;

IP → Ethernet → WDM → ВОСП;

IP → Оптическая коммутация → WDM → ВОСП;

IP → WDM → ВОСП;

IP → ВОСП.

Как видно из рисунка 6 технология транспортной сети под уровнем IP представляет собой многовариантную архитектуру, допускающую самые разные технические решения, а сама архитектура транспортной сети оказывается многослойной.

При построении транспортной сети необходимо учитывать взаимное расположение различных технологий на уровнях архитектурной модели OSI. Так, технология NGSDH эффективна в случае, когда решается проблема соединения традиционной первичной сети в транспортную сеть ССП. Если же по условиям развития сети нужно строить новые сегменты, то в них целесообразнее использовать технологию Gigabit Ethernet. Точно также в условиях дефицита свободных волокон целесообразно использовать технологию WDM и т.д.

Конвергенция технологий транспортных сетей имеет ряд отличий от конвергенции сетей доступа. В сетях доступа конвергенция имеет много внешних проявлений – в них технологические компоненты развиваются независимо и объединяются только на завершающем этапе создания ССП в точках подключения оборудования пользователя. Такое направление конвергенции можно рассматривать как внешнюю конвергенцию.

Для транспортной сети характерно явление внутренней конвергенции, которая предусматривает объединение технологий уже на начальном этапе построения сети. Как следует из рис. 6 в рамках единой транспортной сети технологии внедряются независимо только на подуровне опорных сетей. Выше этого подуровня все технологии работают с единым форматом данных (дейтаграммами IP), т.е. их следует рассматривать как единую транспортную сеть.

Таким образом, транспортная сеть IP внешне выглядит как однородная система, а все границы раздела технологий скрываются в ее глубине.

В остальном конвергенция технологий в транспортных сетях NGN подчиняется общим принципам.

Принципы построения и динамика роста современных транспортных сетей осуществляется на основе последовательного и целенаправленного перехода от технологий традиционной сети с коммутацией каналов к транспортной сети с коммутацией пакетов (рис. 7).

На первом этапе развития транспортной сети доминировало понятие канала, пришедшее из традиционной первичной сети. Как следствие, сеть рассматривалась как система управления каналами. Именно в таком виде эта технология была представлена в системах WDM, где существуют несколько полос передачи (по сути каналов), и в системах оптической коммутации, которые позволяют переключать оптический сигнал с одной длины волны (канала) WDM на другую.

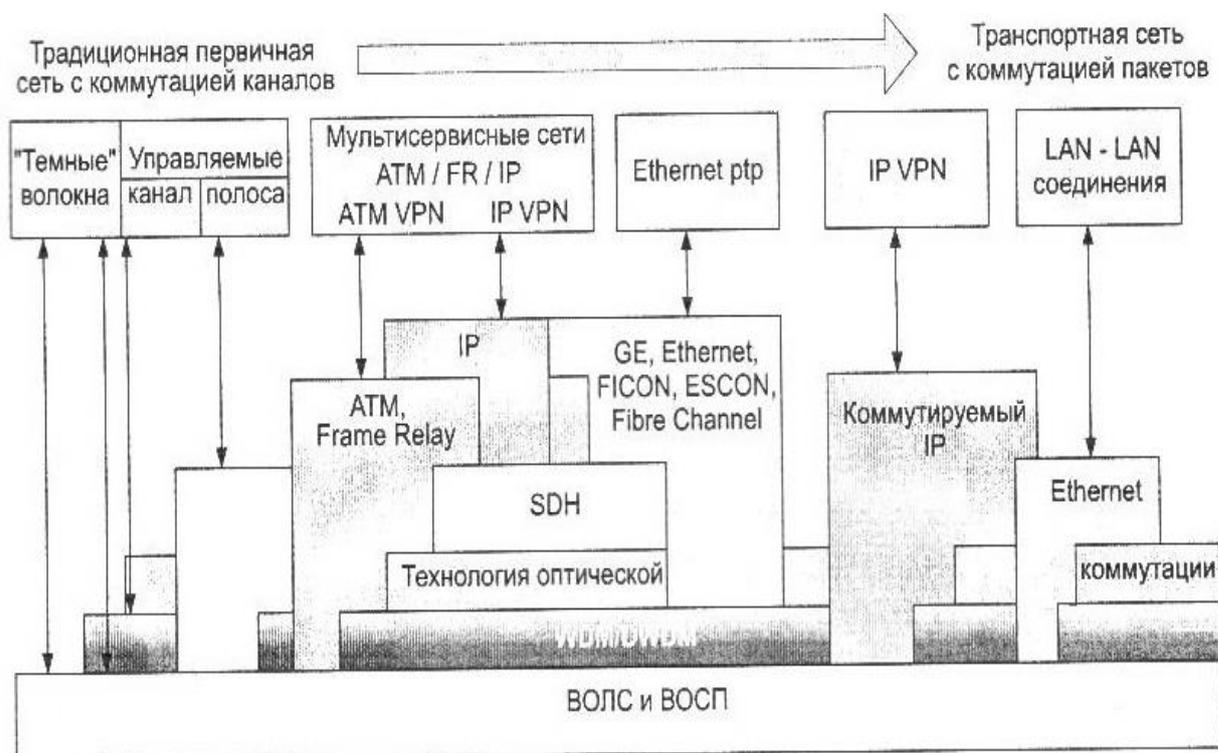


Рис. 7. Развитие технологий транспортных сетей

Появление концепции мультисервисных сетей привело к развитию транспортных технологий ATM и Frame Relay. Это позволило отказаться от понятия физического канала, сделав его менее строгим. В результате возникло понятие виртуального канала, удобного для передачи пакетного трафика между двумя точками сети. Дальнейшее развитие привело к появлению виртуальных частных сетей (VPN), которые рассматривались как выделенная и закрепленная за пользователем совокупность виртуальных каналов (ATM VPN).

Следующим этапом в развитии транспортных сетей по направлению к полностью пакетной коммутации стало развитие технологии виртуальных сетей в сети IP (IP VPN). В результате понятие канала как двунаправленного обмена между двумя точками сети стало еще менее четким.

Развитие транспортных сетей после технологии IP VPN пошло в направлении полного отказа от понятия канала и перехода к технологии коммутации пакетов. На этом этапе претерпело качественное изменение даже понятие пользователя ССП.

В современной трактовке пользователем ССП является и домашняя сеть. В такой трактовке транспортная сеть превращается в набор механизмов для соединения домашних сетей друг с другом, что логично приводит к технологии соединений LAN-LAN, которая развивается в настоящее время.

Современная транспортная сеть ССП, построенная на основе технологии IP, использует протоколы уровней 2-4 модели OSI, т.е. протоколы канального, сетевого и транспортного уровней. Основные типы протоколов, используемые в транспортной сети приведены на рис.8.

В целом все протоколы, используемые в транспортном уровне ССП можно разделить на несколько классов.

1. Протоколы туннелирования уровня 2, обеспечивающие создание в транспортной сети «виртуальных труб», или туннелей для передачи трафика.

2. Протоколы маршрутизации трафика уровня 3, обеспечивающие различные топологические схемы маршрутизации трафика, в том числе и на основе принципов адаптивной маршрутизации.

3. Протоколы, обеспечивающие определенный уровень качества передачи данных в транспортной сети.

4. Протоколы групповой рассылки, используемые для реализации схем переноса трафика «точка-многоточка», в том числе и с использованием адаптивных алгоритмов.

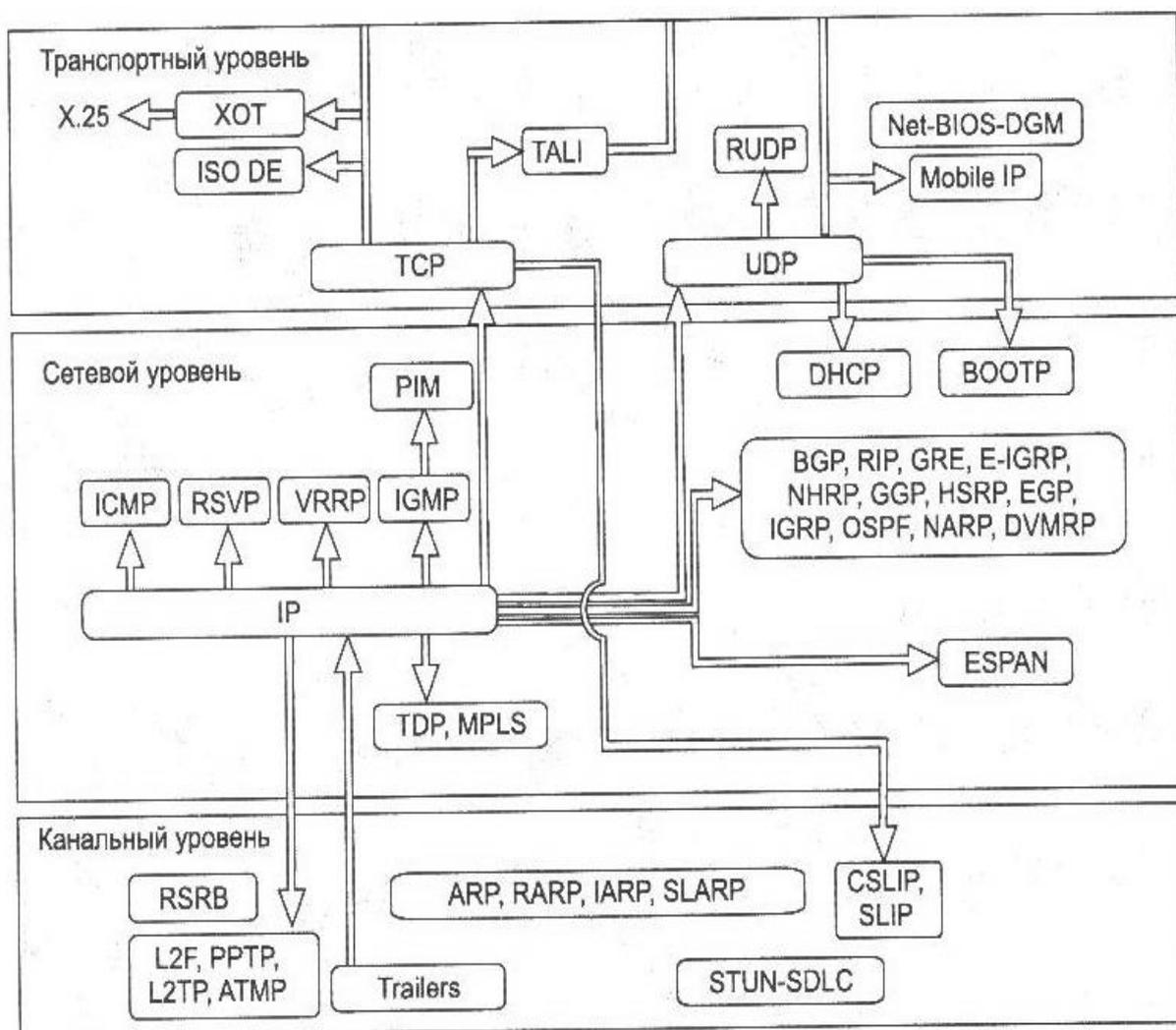


Рис. 8. Протоколы современной транспортной сети

5. Управляющие протоколы, поддерживающие различные процедуры управления работой транспортной сети на уровнях 2-3.

6. Протоколы транспортного уровня, обеспечивающие контроль связности передаваемых данных.

В транспортной сети должны быть предусмотрены не только связи «точка—точка», но и «точка-многоточка», «точка-все пользователи», а также «многоточка многоточка» с различными режимами выбора участников связи и компенсацией дубликатов. Поэтому для обеспечения функционирования транспортной сети в разных режимах используются огромное количество различных протоколов и их модификаций протоколы.

## 2.2. Программно-техническое обеспечение телекоммуникационной сети ССП

Основной программно-технической компонентой телекоммуникационной сети ССП, обеспечивающей управление процессами коммутации и передачи данных является **Softswitch**. Он реализует функции по логике обработки вызова, доступу к серверам приложения, сбору статистической информации, сигнальному взаимодействию внутри пакетной сети, управлению установлением соединения и др. Поэтому в этом разделе приводятся его основные качественные характеристики.

В оборудовании **Softswitch** реализуются следующие основные функции:

- функция управления базовым вызовом, обеспечивающая прием и обработку сигнальной информации и реализующая действия по установлению соединения в пакетной сети;
- функция аутентификации и авторизации абонентов, подключаемых в пакетную сеть как непосредственно, так и с использованием оборудования доступа к телефонной сети общего пользования;
- функция маршрутизации вызовов в пакетной сети;
- функция тарификации, сбора статистической информации;

- функция управления оборудованием *транспортных шлюзов*;
- функция предоставления ДВО (дополнительных видов обслуживания). Реализуется в оборудовании **Softswitch** или совместно с сервером приложений;
- функция менеджмента: обеспечивает взаимодействие с системой менеджмента сети.

Основные характеристики **Softswitch** сводятся к следующему:

производительность – максимальное количество обслуживаемых базовых вызовов за единицу времени (как правило, за час). Производительность **Softswitch** одна из главных характеристик, на основе которой должен проводиться выбор оборудования и проектирование сети. **Softswitch** обслуживает вызовы от различных источников нагрузки, каковыми являются:

- вызовы от терминалов, предназначенных для работы в сетях ССП (терминалы SIP, IP-УПАТС и др.);
- вызовы от терминалов, не предназначенных для работы в сетях ССП (аналоговые и ISDN-терминалы) и подключаемых через оборудование специальных шлюзов доступа;
- вызовы от оборудования сети доступа, не предназначенного для работы в сетях ССП (концентраторы с соответствующим интерфейсом ) и подключаемого через оборудование шлюзов доступа;
- вызовы от оборудования, использующего первичный доступ (УПАТС) и подключаемого через оборудование шлюзов доступа;
- вызовы от сети ТфОП, обслуживаемые с использованием сигнализации ОКС7, с включением сигнальных каналов ОКС7 либо непосредственно в **Softswitch**, либо через оборудование сигнальных шлюзов;
- вызовы от других *Softswitch*, обслуживаемые с использованием сигнализации SIP-T.

Производительность оборудования *Softswitch* различна при обслуживании вызовов от различных источников, что объясняется как различным объемом и характером поступления сигнальной информации от разных источников, так и заложенными алгоритмами обработки сигнальной информации.

При проектировании сети ССП, в части возможностей **Softswitch**, важно иметь наиболее полную информацию о производительности для различных видов нагрузки, а также для смешанных типов нагрузки при различных долях каждого из видов.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени и в установленных пределах значения всех параметров и способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения. Требования по надежности к оборудованию **Softswitch** характеризуются средней наработкой на отказ, средним временем восстановления, коэффициентом готовности, сроком службы. При проектировании сети следует понимать, что выход из строя **Softswitch** приведет к пропаже всех видов связи в обслуживаемом сетевом фрагменте (домене); поэтому должны быть предусмотрены меры по обеспечению дублирования и защиты оборудования.

Оборудование **Softswitch** на основе соответствующих протоколов взаимодействует с существующими фрагментами сети ТфОП, с терминальным оборудованием, с другими **Softswitch** ами, с оборудованием интеллектуальных платформ, с серверами приложений и с оборудованием транспортных шлюзов.

Оборудование **Softswitch** поддерживает следующие виды интерфейсов:  
интерфейс для подключения сигнальных каналов ОКС7, включаемых непосредственно в *Softswitch*;

интерфейсы семейства Ethernet для подключения к IP-сети. Через Ethernet-интерфейсы передается сигнальная информация в направлении пакетной сети.

Оборудование шлюзов реализует функции по преобразованию сигнальной информации сетей с коммутацией каналов в сигнальную информацию пакетных сетей, а также функции по преобразованию информации транспортных каналов в пакеты IP / ячейки АТМ и маршрутизации пакетов IP / ячеек АТМ.

Оборудование транспортного шлюза выполняет функции устройства, производящего обработку информационных потоков среды передачи.

В оборудовании транспортного шлюза реализуется следующие обязательные функции:

- функция адресации - обеспечивает присвоение адресов транспортировки IP для средства приема и передачи;
- функция транспортировки - обеспечивает согласованную транспортировку потоков среды передачи между доменом IP и доменом сети с коммутацией каналов, включая, например, выполнение процедур преобразования кодировок и эхокомпенсации;
- функция трансляции кодека - маршрутизирует информационные транспортные потоки между доменом IP и доменом сети с коммутацией каналов;
- функция обеспечения секретности канала среды передачи - гарантирует секретность транспортировки информации в направлении к шлюзу и от шлюза;
- функция транспортного окончания сети с коммутацией каналов - включает реализацию процедур всех низкоуровневых аппаратных средств и протоколов сети;
- функция транспортного окончания сети пакетной коммутации - включает реализацию процедур всех протоколов, задействованных в

распределении транспортных ресурсов, на сети пакетной коммутации, в том числе процедуры использования кодеков;

- функция обработки транспортного потока с пакетной коммутацией / коммутацией каналов - обеспечивает преобразование между каналом передачи аудиоинформации, каналом передачи факсимильной информации или каналом передачи данных на стороне сети с коммутацией каналов и пакетами данных (например RTP/UDP/IP или ATM) на стороне сети пакетной коммутации;

- функция предоставления канала для услуги - обеспечивает такие услуги, как передача уведомлений и тональных сигналов в направлении к сети с коммутацией каналов или к сети пакетной коммутации;

- функция регистрации использования - определяет и/или регистрирует информацию о сигнализации и/или информацию о приеме или передаче сообщений, передаваемых в транспортных потоках;

- функция информирования об использовании - сообщает внешнему объекту о текущем и/или зарегистрированном использовании (ресурсов);

- функция OAM&P - эксплуатация, управление (администрирование), техническое обслуживание и предоставление той информации, которая не нужна непосредственно для управления вызовом и может передаваться к системе управления элементами через логически отдельный интерфейс;

- функция менеджмента - обеспечивает взаимодействие с системой менеджмента сети.

Оборудование сигнального шлюза выполняет функции посредника при сигнализации между пакетной сетью и сетью с коммутацией каналов.

Основными характеристиками шлюзов являются следующие.

1. Емкость - определяется как в направлении ТфОП, так и в направлении к пакетной сети.

В первом случае емкость определяется количеством подключаемых потоков Е1 в направлении сети ТфОП для транспортных шлюзов, а также

количеством аналоговых абонентских линий и количеством интерфейсов для подключения абонентов базового доступа ISDN для шлюзов доступа.

В направлении к пакетной сети емкость определяется количеством и типом интерфейсов.

2. Производительность. Как правило, производительность является достаточной для обслуживания потоков вызовов, определяемых емкостными показателями оборудования.

3. Протоколы. Оборудование шлюзов должны поддерживать протоколы для транспортных шлюзов, сигнальных шлюзов и для шлюзов доступа.

Следующим оборудованием телекоммуникационной сети является терминальное оборудование, то есть терминальные устройства, используемые для предоставления голосовых и мультимедийных услуг связи и предназначенные для работы в пакетных сетях.

В телекоммуникационной сети в основном используются два типа терминальных устройств, предназначенных для работы в пакетных сетях: SIP-терминалы и H.323-терминалы. Данное оборудование может иметь как специализированное аппаратное, так и программное исполнение.

Также иногда используется терминальное оборудование на основе протокола MEGACO. Такое терминальное оборудование совмещает в себе функции аналогового телефонного аппарата и шлюза доступа в части преобразования сигнализации по аналоговым абонентским линиям. Его функциональные возможности ограничиваются возможностями аналогового аппарата, но оно может непосредственно подключаться к пакетной сети.

Еще одним видом терминального оборудования являются интегрированные устройства доступа (IAD). Как правило, IAD обеспечивает подключение терминального оборудования сетей ТфОП (аналоговые ТА и терминалы ISDN) и терминального оборудования сетей передачи данных. В IAD реализуются функции по преобразованию протоколов сигнализации ТфОП в протоколы пакетных сетей (SIP/H.323) и преобразованию потоков

пользовательской информации между сетями с коммутацией каналов и пакетными сетями. Ближайшая аналогия с IAD в сетях ТфОП — оборудование малых УПАТС.

Терминальное оборудование поддерживается протоколами SIP или H.323 в направлении **Softswitch** для передачи информации сигнализации и управления коммутацией и протоколами RTP/RTCP для передачи пользовательской информации. Для подключения к сети, как правило, применяется Ethernet-интерфейс.

### 2.3. Требования, предъявляемые к системам обработки ССП

Системы обработки и хранения информации в ССП выполняют широкий набор функций по предоставлению услуг пользователям сети. В них сосредотачиваются огромный объем информационных ресурсов и приложений. В качестве систем обработки в ССП выступают различные сервера приложений.

Серверы приложений предназначены для выполнения функций уровня услуг и управления услугами.

Серверы приложений в ССП взаимодействуют с оборудованием **Softswitch**, где задействованы Web - технологии . Подключение производится в основном с использованием интерфейсов, базирующихся на Ethernet.

Спецификация выполняемых функций зависит от реализуемой с помощью сервера услуги или группы услуг и не может быть сформулирована на абстрактном уровне.

Особенностями инфокоммуникационных услуг

К основным технологическим особенностям, отличающим инфокоммуникационные услуги от услуг традиционных сетей связи, можно отнести следующие:

- инфокоммуникационные услуги оказываются на верхних уровнях модели ВОС - Взаимодействия Открытых Систем (в то время как услуги связи предоставляются на третьем, сетевом уровне);

- большинство инфокоммуникационных услуг предполагает наличие клиентской и серверной частей; клиентская часть реализуется в оборудовании пользователя, а серверная – на специальном выделенном узле сети, называемом узлом служб;

- инфокоммуникационные услуги, как правило, предполагают передачу информации мультимедиа, которая характеризуется высокими скоростями передачи и несимметричностью входящего и исходящего информационных потоков;

- для предоставления инфокоммуникационных услуг зачастую необходимы сложные многоточечные конфигурации соединений;

- для инфокоммуникационных услуг характерно разнообразие прикладных протоколов и возможностей по управлению услугами со стороны пользователя;

- для идентификации абонентов инфокоммуникационных услуг может использоваться дополнительная адресация в рамках данной инфокоммуникационной услуги.

Большинство инфокоммуникационных услуг являются "приложениями", т.е. их функциональность распределена между оборудованием поставщика услуги и конечным оборудованием пользователя. Как следствие, функции конечного оборудования также должны быть отнесены к составу инфокоммуникационной услуги, что необходимо учитывать при их регламентации.

К инфокоммуникационным услугам предъявляются такие требования, как:

- мобильность услуг;
- возможность гибкого и быстрого создания новых услуг;

- гарантированное качество услуг.

Большое влияние на требования к инфокоммуникационным услугам оказывает процесс *конвергенции*, приводящий к тому, что инфокоммуникационные услуги становятся доступными пользователям вне зависимости от способов доступа.

Принимая во внимание рассмотренные особенности инфокоммуникационных услуг, могут быть определены следующие требования к ССП:

- мультисервисность – под которой понимается обеспечение независимости технологий предоставления услуг от транспортных технологий;
- широкополосность - под которой понимается возможность гибкого и динамического изменения скорости передачи информации в широком диапазоне в зависимости от текущих потребностей пользователя;
- мультимедийность, под которой понимается способность сети передавать многокомпонентную информацию (речь, данные, видео, аудио) с необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени и использованием сложных конфигураций соединений;
- интеллектуальность, под которой понимается возможность управления услугой, вызовом и соединением со стороны пользователя или поставщика услуг;
- инвариантность доступа, под которой понимается возможность организации доступа к услугам независимо от используемой технологии;
- многооператорность, под которой понимается возможность участия нескольких операторов в процессе предоставления услуги и разделение их ответственности в соответствии с областью деятельности.

При формировании требований к ССП необходимо учитывать особенности деятельности поставщиков услуг. В частности, современные подходы к регламентации услуг присоединения предусматривают доступ поставщиков услуг, в том числе и не обладающих собственной

инфраструктурой, к ресурсам сети общего пользования. При этом к основным требованиям, предъявляемым поставщиками услуг к сетевому окружению, относятся:

- обеспечение возможности работы оборудования в "мультиоператорской" среде, т.е. увеличение числа интерфейсов для подключения к сетям сразу нескольких операторов связи, в том числе на уровне доступа;
- обеспечение взаимодействия узлов поставщиков услуг для их совместного предоставления;
- возможность применения "масштабируемых" технических решений при минимальной стартовой стоимости оборудования.

Существующие сети связи общего пользования с коммутацией каналов (ТфОП) и коммутацией пакетов (СПД) в настоящее время не отвечают перечисленным выше требованиям. Ограниченные возможности традиционных сетей являются сдерживающим фактором на пути внедрения новых инфокоммуникационных услуг.

С другой стороны, наращивание объемов предоставляемых инфокоммуникационных услуг может негативно сказаться на показателях качества обслуживания вызовов базовых услуг существующих сетей связи.

Все это вынуждает учитывать наличие инфокоммуникационных услуг при планировании способов развития традиционных сетей связи в направлении создания сетей связи следующего поколения.

Таким образом, резюмируя все вышеизложенное отметим, что в основу концепции построения сети связи следующего поколения положена идея о создании универсальной сети, которая бы позволяла переносить любые виды информации, такие как речь, видео, аудио, графику и т. д., а также обеспечивать возможность предоставления неограниченного спектра инфокоммуникативных услуг.

Базовым принципом концепции ССП является отделение друг от друга функций переноса и коммутации, функций управления вызовом и функций управления услугами.

ССП потенциально должна объединять существующие сети связи (телефонные сети общего пользования – ТфОП, сети передачи данных – СПД, сети подвижной связи – СПС), и содержать следующие характеристики:

- сеть на базе коммутации пакетов, которая имеет разделенные функции управления и переноса информации, где функции услуг и приложений отделены от функций сети;
- сеть компонентного построения с использованием открытых интерфейсов;
- сеть, поддерживающая широкий спектр услуг, включая услуги в реальном времени и услуги доставки информации (электронная почта), в том числе мультимедийные услуги;
- сеть, обеспечивающая взаимодействие с традиционными сетями электросвязи;
- сеть, обладающая общей мобильностью, т.е. позволяющая отдельному абоненту пользоваться и управлять услугами независимо от технологии доступа и типа используемого терминала и предоставляющая абоненту возможность свободного выбора поставщика услуг.

Построенная на основе концепции ССП сеть обладают следующими преимуществами перед традиционными сетями электросвязи.

1. Для оператора:

- построение одной универсальной сети для оказания различных услуг;
- повышение среднего дохода с абонента за счет оказания дополнительных мультимедийных услуг;

- оператор ССП может наиболее оптимально реализовывать полосу пропускания для интеграции различных видов трафика и оказания различных услуг;

- ССП лучше приспособлена к модернизации и расширению;
- ССП обладает легкостью в управлении и эксплуатации;
- оператор *ССП* располагает возможностью быстрого внедрения новых услуг и приложений с различным требованием к объему передаваемой информации и качеству ее передачи.

2. Для пользователя:

- абстрагирование от технологий реализации услуг электросвязи (принцип черного ящика);

- гибкое получение необходимого набора, объема и качества услуг;
- мобильность получения услуг.

Одной из основных целей построения ССП, как уже отмечалось ранее, является расширение спектра предоставляемых услуг.

- услуги службы телефонной связи (предоставление местного телефонного соединения, междугороднего телефонного соединения, международного телефонного соединения);

- услуги служб передачи данных (предоставление выделенного канала передачи данных, постоянного и коммутируемого доступа в сеть Интернет, виртуальных частных сетей передачи данных);

- услуги телематических служб ( "электронная почта ", "голосовая почта ", "доступ к информационным ресурсам ", телефония по IP-протоколу, "аудиоконференция " и "видеоконференция ");

- услуги служб подвижной электросвязи;

- услуги поставщиков информации: видео и аудио по запросу, "интерактивные новости " (для пользователя реализуется возможность просмотра, прослушивания и чтения информации о произошедших за какое-то время событиях), электронный супермаркет (пользователь выбирает товар

в "электронном магазине ", получает подробную информацию о его потребительских свойствах, цене и пр.), дистанционное обучение и др.

Таким образом, ССП призваны поддерживать как уже существующее, так и новое оконечное оборудование, включая аналоговые телефонные аппараты, факсимильные аппараты, оборудование ЦСИС (цифровая сеть с интеграцией служб), сотовые телефоны различных стандартов, терминалы телефонии по IP-протоколу (SIP и H.323), кабельные модемы и т.д.

Услуги ССП используют различные способы кодирования и передачи и включают в себя: многоадресную и широковещательную передачу сообщений, передачу чувствительного и нечувствительного к задержкам трафика, услуги обычной передачи данных, услуги реального масштаба времени, диалоговые услуги.

## **Глава III. Основы проектирования современных сетей следующего поколения**

### **3.1. Основы проектирования сетей следующего поколения**

В данном разделе приводится перечень задач, которые должны решаться при проектировании ССП.

Для создания ССП в первую очередь необходима разработка нормативной базы, обеспечивающей внедрение ССП услуг при учете международных норм и стандартов. Недостаточность нормативной базы, относящейся к вопросам построения ССП, может привести к техническим решениям, неадекватным текущему состоянию сетей связи общего пользования. Поэтому основной задачей является разработка отраслевой нормативной базы, определяющей вопросы скоординированного и обоснованного применения сетевых технологий при переходе к сетям следующего поколения.

Законодательная и нормативно-правовая база должна учитывать современные тенденции развития телекоммуникаций с учетом национальных приоритетов.

Многие существующие нормативно-правовые акты, как правило, ориентированы в основном на старую архитектуру сетей и не учитывают специфику ССП, которые строятся по распределенному принципу. Например, один софтверный коммутатор вполне может обслуживать абонентов с разными зональными кодами, однако согласно существующим правилам такое регулирование в старых документах запрещено. Может возникнуть ситуация, когда на некоторых площадках оборудование буквально выстроено в ряд — местная, зональная, междугородняя и международная связь. В результате в тех проектах, где вполне можно было бы обойтись одним-двумя софтверными коммутаторами и несколькими медиашлюзами, придется устанавливать не менее десятка софтверных коммутаторов. Очевидно, это создаст для специалистов много проблем и приводит к необоснованному росту их затрат.

В существующих правовых документах необходима корректировка нормативной базы с целью приведения ее в соответствие с новыми подходами построения перспективных сетей связи, прежде всего, правил оказания инфотелекоммуникационных мультисервисных услуг и порядка присоединения и взаимодействия компонентов ССП, оказывающих инфотелекоммуникационные мультисервисные услуги.

Далее, требуется создать концепцию построения ССП в качестве основополагающего документа, определяющего ее базовую организационно-техническую модель и принципы реализации инфокоммуникационной сетевой архитектуры.

В концептуальном документе должны найти отражение вопросы государственной политики, обеспечения приоритетов и интересов государства в отрасли, национальной безопасности в телекоммуникациях, а также научно-технические, экономические, структурные, организационные, правовые, инвестиционные, кадровые и другие решения, необходимые для устойчивого функционирования и развития.

Кроме законодательных и концептуальных документов создания и развития сетей ССП необходимо решить и ряд инженерных проблем.

Сети следующего поколения должны образовать единое телекоммуникационное пространство. Для этого необходимы системные решения по присоединению, взаимодействию, порядку обмена трафика между сетями пакетной коммутации и сетями коммутации каналов. Дело в том, что различные производители сетевого оборудования применяют различные официальные версии протоколов (например, фирма «Alcatel» в поставляемом сетевом оборудовании применяет протокол SIP-1, а фирма «Nortel Networks» — протокол SIP-T, что при объединении их в единую сеть приводит к определенным нестыковкам).

Необходимо разработать руководящие документы, определяющие технические спецификации протоколов и интерфейсов, которые приме-

няются в ССП, а также руководящие технические материалы, определяющие системно-сетевые решения и порядок их применения.

Развитие национальной сети целесообразно осуществлять в двух направлениях.

Первое - постоянное проведение маркетинговых исследований и выявление потребностей в различных инфокоммуникационных услугах связи и услугах доступа к информации во всех регионах республики.

Второе - отслеживание мировых тенденций сетевых и информационных технологий и опыта их внедрения.

ССП открывают перед специалистами широкие перспективы по предоставлению абонентам мультимедийных услуг и конвергенции фиксированной и мобильной, а также проводной и беспроводной связи. Переход к новым технологиям предполагает строительство принципиально новой инфраструктуры. Это обусловлено тем, что для реализации мультимедийных услуг требуется соответствующее развитие сетей связи — как транспортной инфраструктуры, так и подсистем коммутации, доступа и управления.

Существуют различные способы перехода к ССП, которые предполагают создание сетей с радикальным изменением ее структуры или без изменения или с изменением структуры по заранее выбранному плану.

В частности, один из подходов предусматривает установку рядом с каждой АТС мультисервисного абонентского концентратора (МАК), который выполняет функции выносного модуля функционирующей автоматической телефонной станции (АТС) и коммутатора доступа ССП. По другому способу каждая АТС после ее вывода из коммерческой эксплуатации заменяется одним МАК, и структура сети не изменяется.

На практике все методики, созданные для расчета и проектирования сетей телефонии, для планирования сетей ССП не пригодны. Это связано с тем, что в отличие от традиционных, в сетях ССП нет монолитных сетевых

узлов, в которых сконцентрированы все функции. Сети ССП имеют компонентное построение с использованием различных функциональных модулей.

Поэтому способы их построения должны быть тщательно проработаны и связаны с текущим состоянием существующих сетей связи. Применяемые технические решения должны также обеспечить безопасность и устойчивость функционирования, как отдельных подсистем, так и всей мультисервисной сети.

Основная причина, сдерживающая развитие сетей следующего поколения, заключается в отсутствии развитой инфраструктуры, характерной для телефонной сети общего пользования и недостаточном развитии сети доступа. (Под сетью доступа в данном случае понимается системно-сетевая структура, необходимая для организации подключения пользователей к ресурсам региональных сетей и состоящая из абонентских линий, узлов доступа и систем передачи).

Проблема создания сетей следующего поколения должна сводиться к поэтапному объединению традиционных сетей связи на основе универсальной управляемой распределенной транспортной платформы, позволяющей осуществлять транспортировку разнотипных потоков данных. Другими словами, проектирование мультисервисных сетей должно основываться на максимально эффективном использовании ресурсов уже построенной цифровой инфраструктуры и обеспечивать экономическую эффективность за счет широкого использования услуг, предоставляемых региональными мультисервисными сетями.

Исходя из этого, в архитектуре ССП можно выделить два уровня:

- первый - региональный, на котором обеспечивается подключение абонентов и предоставление им транспортных, инфокоммуникационных и других услуг;

- второй - магистральный, обеспечивающий предоставление услуг переноса для взаимодействия мультисервисных сетей разных регионов, а также для передачи нагрузки всех существующих сетей.

Объединение мультисервисных сетей межрегиональных компаний в единую информационную транспортную систему должно происходить при помощи магистральных сетей с высокой пропускной способностью, использующих технологии пакетной коммутации.

Подключение новых абонентов и удовлетворение потребности в услугах уже имеющихся абонентов необходимо осуществлять путем создания современных сетей доступа, которые способны обеспечить возможность предоставления всего пакета услуг ССП. Внедрение в ССП новых сетей доступа не должно исключать поддержку существующих способов доступа к ресурсам сети.

Таким образом, сети следующего поколения - мультисервисные сети должны представлять собой единую национальную информационно-телекоммуникационную инфраструктуру, входящую в мировое информационное пространство и поддерживающую все виды трафика (данные, голос, видео). Она должна предоставлять все виды услуг (традиционные и только появляющиеся, базовые и дополнительные) в любой точке рассматриваемого региона, в любое время, в любом наборе и объеме, с дифференцированным гарантированным качеством и по ценам, удовлетворяющим самые различные категории пользователей.

Ограниченное финансирование проектов по созданию МСС приводит к тому, что на первом этапе строится магистраль с существенным избытком канальной емкости. Построение же развитой сети доступа обычно откладывается на последующие этапы, что приводит к нарушению механизма окупаемости - значительное количество магистральных ресурсов оказывается незадействованным из-за отсутствия потребителей или невозможности получить доступ к магистрали на различных участках сети.

Целесообразным решением при создании новых сетей представляется движение не от технологий, а от оценки спектра и объема услуг мультисервисной сети.

Транспортная подсеть является одной из основных компонент ССП. Она во многом предопределяет основные характеристики качества предоставляемых услуг.

Специалистами и разработчиками установлено, что перспективной технологической основой транспортной подсети считается связка протоколов IP - MPLS - ATM (IP - Internet Protocol - Интернет протокол; MPLS - Multi Protocol Label Switching – многопротокольная коммутация меток; ATM - Asynchronous Transfer Mode – асинхронный режим переноса информации). Такое компромиссное решение было принято на основе определенного спора между сторонниками «чистых» сетей IP и сторонниками технологии ATM.

Протокол MPLS - это технология быстрой коммутации пакетов в многопротокольных сетях, основанная на использовании меток. MPLS разрабатывается и позиционируется как способ построения высокоскоростных IP-сетей, однако область ее применения не ограничивается протоколом IP, а распространяется на трафик любого маршрутизируемого сетевого протокола.

Создание архитектуры **MPLS** продиктована объединением технологий IP и ATM. Целью объединения является повышение пропускной способности и улучшение характеристик задержки протокола IP.

При поступлении пакетов в сеть им назначаются соответствующие маршруты и для перемещения этих пакетов по маршрутам применяются ATM-коммутаторы. ATM-коммутаторы значительно быстрее, чем IP-маршрутизаторы, поэтому, чтобы повысить производительность, необходимо переместить как можно большую часть трафика на уровень ATM и использовать коммутационное оборудование ATM.

Архитектура **MPLS** снижает объем необходимой обработки каждого пакета на каждом маршрутизаторе в IP-сети, что еще в большей степени увеличивает производительность маршрутизаторов<sup>1</sup>.

Протокол **MPLS** может работать практически для любого маршрутизируемого транспортного протокола (не только IP). При появлении пакета в виртуальной сети ему присваивается метка, которая не позволяет ему покинуть пределы данной виртуальной сети.

Метка является коротким идентификатором фиксированной длины, который используется для идентификации пакетов. Метка, которая вложена в определенный пакет, представляет класс переадресации, к которому данный пакет приписан. Обобщая, можно сказать, что пакет приписан FEC, базирующемуся частично или целиком на его адресе места назначения сетевого уровня.

Метки определяют поток пакетов между двумя конечными точками или, в случае групповой рассылки, между конечной точкой-источником и группой конечных точек-получателей.

Функционирование архитектуры **MPLS** сводится к следующему (рис.9):

Перед маршрутизацией и доставкой пакетов данного класса должен быть определен маршрут через сеть, а также установлены параметры качества обслуживания вдоль этого пути. Параметры качества обслуживания определяют:

- объем ресурсов, выделяемых для пути;

---

<sup>4</sup> В. Строллингс . Современные компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2003.

Б.Л Саговский. «MPLS — технология маршрутизации для нового поколения сетей общего пользования», <http://athena.vvsu.ru/docs/tcpip/mpls/>

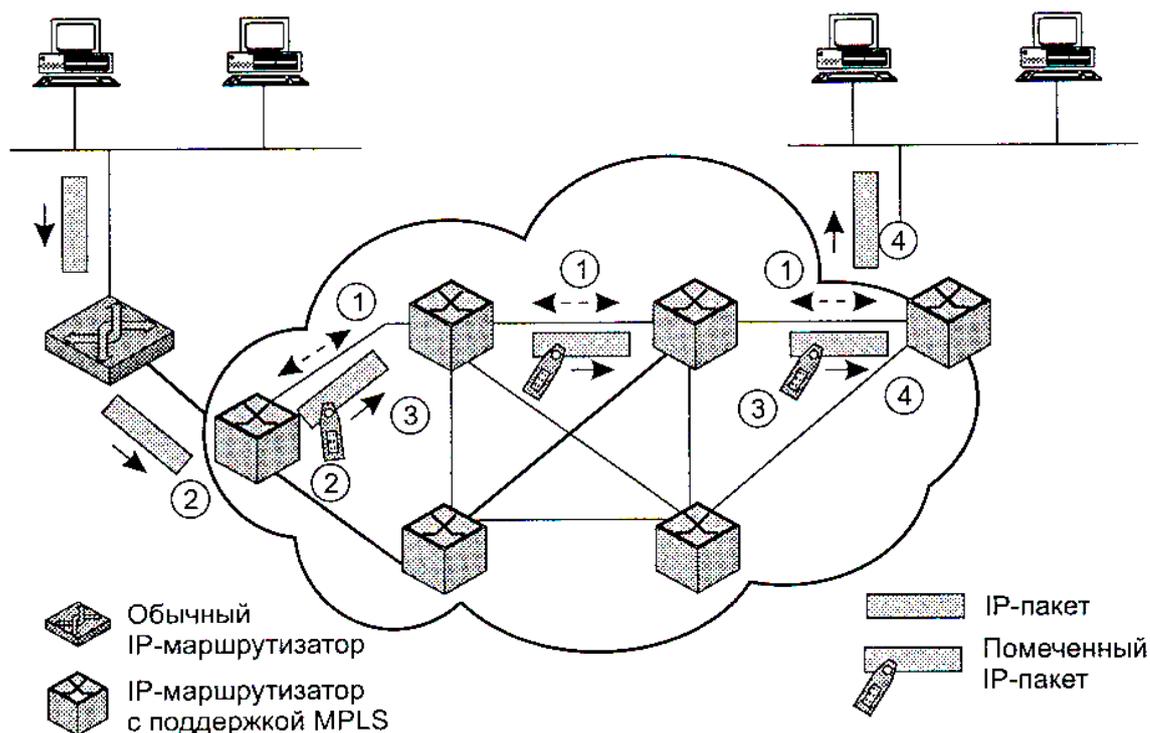


Рис. 9. Функционирование архитектуры MPLS

- политику организации очередей и политику отбрасывания пакетов, устанавливаемую на каждом маршрутизаторе для пакетов данного класса.

Для выполнения этих задач требуются два протокола, реализующие обмен информацией между маршрутизаторами.

- протокол внутренней маршрутизации - для обмена сведениями о достижимости пакетов и маршрутах;

- протокол распределения меток. Пакетам присваиваются метки определенного класса на основе которой определяются маршруты.

После выполнения этих операций пакет входит в MPLS-домен через входной маршрутизатор, на котором определяется, какие службы сетевого уровня ему требуются, после чего пакету назначается определенный уровень качества обслуживания. Входной маршрутизатор назначает этому пакету определенный класс и, следовательно, определенный путь, добавляет к пакету соответствующую метку и начинает процесс его передачи. Если для данного класса еще не существует пути, входной (пограничный)

маршрутизатор должен, взаимодействуя с другими маршрутизаторами сети передачи данных, определяет другой путь.

Каждый маршрутизатор в MPLS-домене принимая меченый пакет, удаляет входную метку и прикрепляет к пакету соответствующую выходную метку и переправляет этот пакет следующему маршрутизатору на выбранном пути. Выходной пограничный маршрутизатор удаляет метку, читает заголовок IP-пакета и переправляет адресату.

Следует отметить несколько ключевых особенностей функционирования архитектуры MPLS:

- MPLS - домен состоит из непрерывного (или связного) множества маршрутизаторов, поддерживающих архитектуру MPLS. Трафик может поступать в домен и покидать его через конечную точку, подключенную непосредственно к сети, как показано в правом верхнем углу рис. 3. Трафик может также поступать от обычного маршрутизатора, соединенного с частью объединенной сети, не использующей архитектуру MPLS, как показано в левом верхнем углу рис. 3

- класс пакета может определяться по одному или по нескольким параметрам, указанным сетевым администратором. Среди возможных параметров можно назвать следующие: IP-адреса отправителя и/или получателя или IP-адреса сетей; номера портов отправителя и/или получателя; идентификатор IP-протокола и др.

Продвижение данных выполняется просто путем поиска в заранее определенной таблице, устанавливающей соответствие между значениями меток и адресами следующих ретрансляционных участков. Нет необходимости изучать или обрабатывать IP-заголовок, а также принимать решения о выборе маршрутов на основе IP-адреса получателя.

На ретрансляционном участке специальным протоколом PNH (Per-Nop Behavior— поведение на ретрансляционном участке) принимается решение о судьбе пакета данного класса, то есть определяется очередность

обработки пакета и правила его дальнейшей передачи.

Пакеты, посылаемые между одной парой конечных точек, могут принадлежать разным классам. При этом они по-разному помечаются, обрабатываются в соответствии с разными типами протокола РНВ на каждом маршрутизаторе и могут следовать через сеть разными маршрутами.

Таким образом, маршрутизатор удаляет из пакета входную метку и, прежде чем переправить его дальше, присоединяет к нему соответствующую выходную метку. Входной пограничный маршрутизатор определяет класс для каждого непомеченного входящего пакета, на основе этого класса назначает пакету определенный путь, прикрепляет соответствующую метку и продвигает пакет дальше.

Алгоритм последовательных меток, применяемый в протоколе MPLS, обладает целым рядом преимуществ по сравнению с традиционной пошаговой маршрутизацией на сетевом уровне:

- использование меток обеспечивают гибкость в классификации пакетов. В простейшем случае входной коммутатор сети можно сконфигурировать так, чтобы он относил пакет к тому или иному классу исключительно на основе адреса назначения ( для выбора класса пакета можно использовать и множество других критериев: адрес источника пакета, тип приложения, точку входа в сеть с поддержкой меток и точку выхода из нее, класс обслуживания, указанный в заголовке IP-пакета, или любое сочетание этих параметров, что приводит в конечном итоге к обрамлению сети служебной информацией);

- можно конструировать специальные маршруты, удовлетворяющие требования тех или иных приложений. Маршруты можно построить таким образом, чтобы, например, минимизировать число транзитных узлов, обеспечить определенную полосу пропускания или обойти потенциальные точки перегрузки;

- алгоритм пересылки с использованием последовательных меток позволяет выделить любой тип пользовательского трафика, ассоциировать его с определенным классом и направить весь трафик этого класса по маршруту, специально построенному так, чтобы удовлетворить требования данного типа трафика.

Завершая краткое описание протокола MPLS, отметим, что проблема выбора протокола обмена сообщениями на транспортной сети должна основываться на протоколе MPLS, которая позволяет объединить протоколы IP и n ATM и повысить пропускную способность сетевого уровня ССП.

В целом технологическая архитектура инфокоммуникационной сети представляет собой комплекс аппаратно-программных средств территориально распределенных коммуникационных центров, реализующих функции взаимосвязи пользователей информации, обеспечивая доступ абонентов к транспортной сети в интересах этой взаимосвязи, и технических средств транспортной сети (коммутационных узлов, соединенных каналами первичной сети), обеспечивающей передачу данных между территориально распределенными абонентскими системами. В связи с этим от правильного выбора компонентов технологической структуры ССП зависит эффективность функционирования ССП в целом.

Следующей важной задачей является обоснование и выбор функциональной архитектуры инфокоммуникационной сети, которая полностью определяется потребностями пользователей (прикладных процессов) в передаче и обработке различных видов информации с заданными параметрами качества услуг.

Основой построения функциональной архитектуры является профиль протоколов верхнего уровня, обеспечивающий реализацию функций взаимосвязи в сети, предоставляющей пользователям услуги по передаче и обработке любого вида информации с ориентацией на интеграцию всех видов услуг в рамках единой сети.

Весь информационный процесс взаимодействия пользователей в инфокоммуникационной сети начинается и заканчивается вне самой сети и включает пять этапов:

1) сбор сведений в интересах решения прикладной задачи и селекция из них совокупности сведений, содержащих информацию;

2) формирование из совокупности сведений, содержащих информацию, информационных сообщений, т.е. придание этим сведениям структуры и формы представления, соответствующей виду информации (алфавитно-цифровой, звуковой информации или изображения);

3) формализация информационных сообщений, т.е. установление соответствия между элементами исходных сообщений и символами некоторого кодового алфавита по тем или иным правилам кодирования с целью преобразования сообщений к виду, пригодному для обработки и передачи средствами технической системы (информационной сети);

4) содержательная обработка формализованных информационных сообщений в соответствии с алгоритмом решения прикладной задачи;

5) реализация процесса взаимосвязи в интересах взаимодействия информационных процессов, реализующих содержательную обработку формализованных сообщений в процессе решения прикладной задачи.

Упомянутые информационные процессы реализуются на логическом уровне ССП во взаимосвязи всех сетевых функций.

Различают следующие типы функций, выполняемых в сети<sup>2</sup>:

- прикладные функции - объекты приложений пользователей и администрации сети;

- функции управления услугами - объекты, позволяющие строить услуги из компонентов услуг и связанных с ними ресурсов и управлять взаимодействием пользователей с этими услугами;

---

<sup>2</sup> Современные телекоммуникации. Технологии и экономика. Под общей редакцией С.А. Довгого. - М.: Эко-Трендз, 2003г.

- функции административного управления сетью - объекты, осуществляющие управление всеми другими функциями;
- функции обработки и хранения данных — объекты, обеспечивающие вызов и управление объектами приложений, их взаимодействие, а также извлечение запрашиваемых данных либо помещение их в базу данных;
- коммуникационные функции - функции транспорта и управления потоками информации (при их перераспределении в коммуникационных узлах).

Порядок взаимодействия функций сети определяет связи компонентов функциональной архитектуры. Полная спецификация такого взаимодействия между отдельными функциями (объектами) или логическими модулями называется логическим интерфейсом. Он определяет набор правил взаимодействия элементов и формат представления обмениваемой информации.

Следующей важной проблемой является формирование услуг и их представление в ССП.

В рамках ССП есть общая «услуга сети». Подключаясь к инфокоммуникационной сети, пользователь получает не просто канал связи и какой-то определенный набор информационных сервисов и ресурсов – он может самостоятельно определять, какой именно тип трафика (услуг) необходим в рамках предоставляемой сетью услуги

Платформой предоставления услуг называется совокупность объединенных ресурсов сети или нескольких сетей, участвующих в производстве и предоставлении услуг. При формировании такой платформы могут быть задействованы ресурсы сетей общего пользования и частных сетей. При организации платформы услуг могут быть использованы ресурсы сетей нескольких операторов, заключивших между собой коммерческие соглашения.

В интеллектуальных сетях все элементы, входящие в ее архитектуру, управляются одним оператором, а механизмы предоставления услуг дислоцируются в области рассредоточенной сети. Такой подход имеет

существенный недостаток: из-за того, что один оператор ответствен за создание и работу всех приложений, трудно достичь необходимой гибкости, и ввод новых приложений в эксплуатацию занимает продолжительное время.

Эти недостатки устранены в ССП путем ввода блока интерфейса прикладного программирования.

Интерфейсные программы прикладного уровня сети позволяют провайдеру услуг быстро развернуть услуги в инфокоммуникационной среде.

Программный комплекс, обеспечивающий предоставление услуг, как правило, состоит из совокупности объединенных ресурсов сети или нескольких сетей, участвующих в предоставлении услуг. При формировании такой платформы могут быть задействованы ресурсы сетей общего пользования и частных сетей. При организации платформы услуг могут быть использованы ресурсы сетей нескольких операторов, заключивших между собой коммерческие соглашения.

Сетевые ресурсы, принадлежащие одному оператору, могут быть задействованы в различных платформах предоставления услуг. Конкретные услуги могут предоставляться и компанией, не являющейся собственником сети, а формирующей платформу предоставления услуг путем аренды сетевых ресурсов (например, выделенных каналов связи) у операторов сети. Такая компания называется поставщиком услуг (*service provider*), или провайдером. При этом сам поставщик является потребителем услуг переноса, предоставляемых оператором сети связи.

В связи с этим при проектировании ССП одной из ключевых задач является конкретизация перечня услуг, и их дислокация по компонентам распределенной ССП.

Таким образом, сети следующего поколения 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 систем обработки информации (абонентских систем), в которых сосредоточены огромные сетевые информационные и вычислительные ресурсы (то есть услуги, предоставляемые сетью пользователям);

терминальных систем различной конфигурации;

каналов связи с разной пропускной способностью.

Поэтому при проектировании и создании ССП необходимо учитывать следующие факторы:

1. Необходима разработка отраслевой нормативной базы, обеспечивающей скоординированное и обоснованное применение сетевых технологий при переходе к сетям следующего поколения. Законодательная и нормативно-правовая база должна учитывать современные тенденции развития и построения перспективных сетей, прежде всего, правил оказания инфотелекоммуникационных мультисервисных услуг и порядка присоединения и взаимодействия компонентов ССП, оказывающих инфотелекоммуникационные мультисервисные услуги. Правовые документы могут создаваться путём корректировки существующей нормативной базы с целью приведения ее в соответствие с новыми подходами построения перспективных сетей связи. В них должны найти своё отражение вопросы оказания инфотелекоммуникационных мультисервисных услуг и правила присоединения и взаимодействия компонентов ССП, оказывающих инфотелекоммуникационные мультисервисные услуги.

2. Разработка концепции построения ССП, определяющей базовую организационно-техническую модель сети и принципы последовательного формирования инфокоммуникационной сетевой среды. В этом документе

должны найти отражение вопросы государственной политики, обеспечения приоритетов и интересов государства в данной отрасли, национальной безопасности в телекоммуникациях, а также научно-технические, экономические, структурные, организационные, правовые, инвестиционные, кадровые и другие решения, необходимые для устойчивого функционирования и развития ССП.

3. Сети следующего поколения должны образовать единое телекоммуникационное пространство. Для этого необходимы системные решения по присоединению, взаимодействию, порядку обмена трафика между сетями пакетной коммутации и сетями коммутации каналов. Дело в том, что различные производители сетевого оборудования применяют различные официальные идеологии построения сетей. Поэтому проблема создания сетей следующего поколения должна сводиться к поэтапному объединению традиционных сетей связи на основе универсальной управляемой распределенной транспортной платформы, позволяющей осуществлять транспортировку разнотипных потоков данных. Другими словами, проектирование мультисервисных сетей должно основываться на максимально эффективном использовании ресурсов уже построенной цифровой инфраструктуры и обеспечивать экономическую эффективность за счет широкого использования услуг, предоставляемых региональными мультисервисными сетями.

4. Сети следующего поколения в перспективе должны образовать единое информационное пространство. Поэтому технологическая и функциональная архитектуры инфокоммуникационной сети, которые полностью определяются потребностями пользователей в передаче и обработке различных видов информации с заданными параметрами качества услуг, должны создаваться на основе системного подхода. при учете региональных особенностей и обработке любого вида информации с ориентацией на интеграцию всех видов услуг в рамках единой сети.

5. Проблема выбора протокола обмена сообщениями на транспортной сети должна основываться на протоколе MPLS, которая позволяет объединить протоколы IP и ATM, и повысить пропускную способность сетевого уровня ССП.

6. Выбор и обоснование способов производства и предоставления услуг, сформированных путём объединения информационных ресурсов сети или нескольких сетей, входящих в состав ССП.

В заключении раздела приводится перечень задач, которые должны решаться при создании сетей следующего поколения:

- синтез топологической структуры ССП с распределенной структурой, определить места дислокации систем обработки (абонентских систем – серверов приложений и медиа серверов), коммуникационных центров и терминальных систем пользователей, а также определить структуру их соединения между собой с помощью каналов связи с определенной пропускной способностью;

- выбор и обоснование единой идеологии создания услуг ССП, разработка, размещение и мониторинг информационных ресурсов в системах обработки ( то есть, определение параметров современных медиа серверов и серверов приложений, а также места их дислокации, потому что они являются независимыми устройствами и могут разворачиваться на отдельных физических платформах или на одной платформе: медиасерверы обеспечивают специализированные ресурсы для услуг, таких как интерактивную речевую систему, средства конференц-связи и факсимильной передачи, а сервер приложений может использовать ресурсы, расположенные на медиасервере, для обеспечения услуг, которые требуют доступа к мультимедийной информации пользователя; сервер приложений взаимодействует по специальному протоколу с медиасервером, чтобы получить доступ к потоку информации пользователя с целью обнаружения, воспроизведения и записи речевых сообщений пользователя, создания

комбинаций пользовательской информации разных видов (мультимедийной информации), обнаружения и пересылки факсимильных сообщений, передачи записанных объявлений и акустических сигналов, а также для выполнения процедур распознавания речи);

- выбор и обоснование методов управления инфокоммуникационной сетью, которые направлены на полное, своевременное и с наименьшими затратами обслуживание поступивших заявок пользователей. Оптимальное решение данной задачи обеспечивает эффективную транспортировку данных между системами обработки, терминальных систем и коммуникационных центров. Они являются одним из ключевых задач, позволяющих решить проблемы по предотвращению ошибок при передаче сообщений, блокировке и перегрузке в транспортной сети, выбору маршрута и транзитных центров и т. д. Другими словами, они фактически направлены на распределение ограниченных, территориально рассредоточенных ресурсов ССП.

Формализованное описание оптимизационной модели построения ССП будет приведен в следующем разделе.

### **3.2. Формализация и описание задач, решаемых при поэтапном проектировании ССП**

Как было указано в предыдущем разделе, по своей архитектуре ССП является трехуровневой и состоит из следующих уровней: транспортного уровня; уровня управления коммутацией и передачей информации; уровня услуг и управления услугами.

Транспортный уровень обеспечивает коммутацию и сквозную передачу данных от источника к получателю.

Уровень управления коммутацией и передачей выполняет функции обработки информации сигнализации, маршрутизации вызовов и управления потоками.

Уровень управления услугами обеспечивает управление предоставляемыми сетью услугами и приложениями и представляет собой распределенную компьютерную среду, обеспечивающую предоставление инфокоммуникационных услуг, создание и внедрение новых услуг, и взаимодействие различных услуг.

Физическая структура современной инфокоммуникационной сети следующего поколения (ССП) представляет собой сложную распределенную систему (рис. 10), которая состоит из множества:

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

- высокопроизводительных систем обработки и хранения информации (абонентских систем), в которых сосредоточены огромные сетевые информационные и вычислительные ресурсы (то есть услуги, предоставляемые сетью пользователям);

- терминальных систем различной конфигурации;

- каналов связи с разной пропускной способностью.

Проблема синтеза СПП является одной из важнейших и наиболее сложных задач проектирования. Поэтому хотя и разработаны достаточно много работ, посвященных созданию СПП, пока не существует универсальных рекомендаций, на основе которых с системных позиций могла бы быть решена задача оптимального проектирования сети.

Проектирование распределенной информационно-коммуникационной сети (ИКС) (или ССП) является сложной многоступенчатой задачей, в которую входят задачи определения:

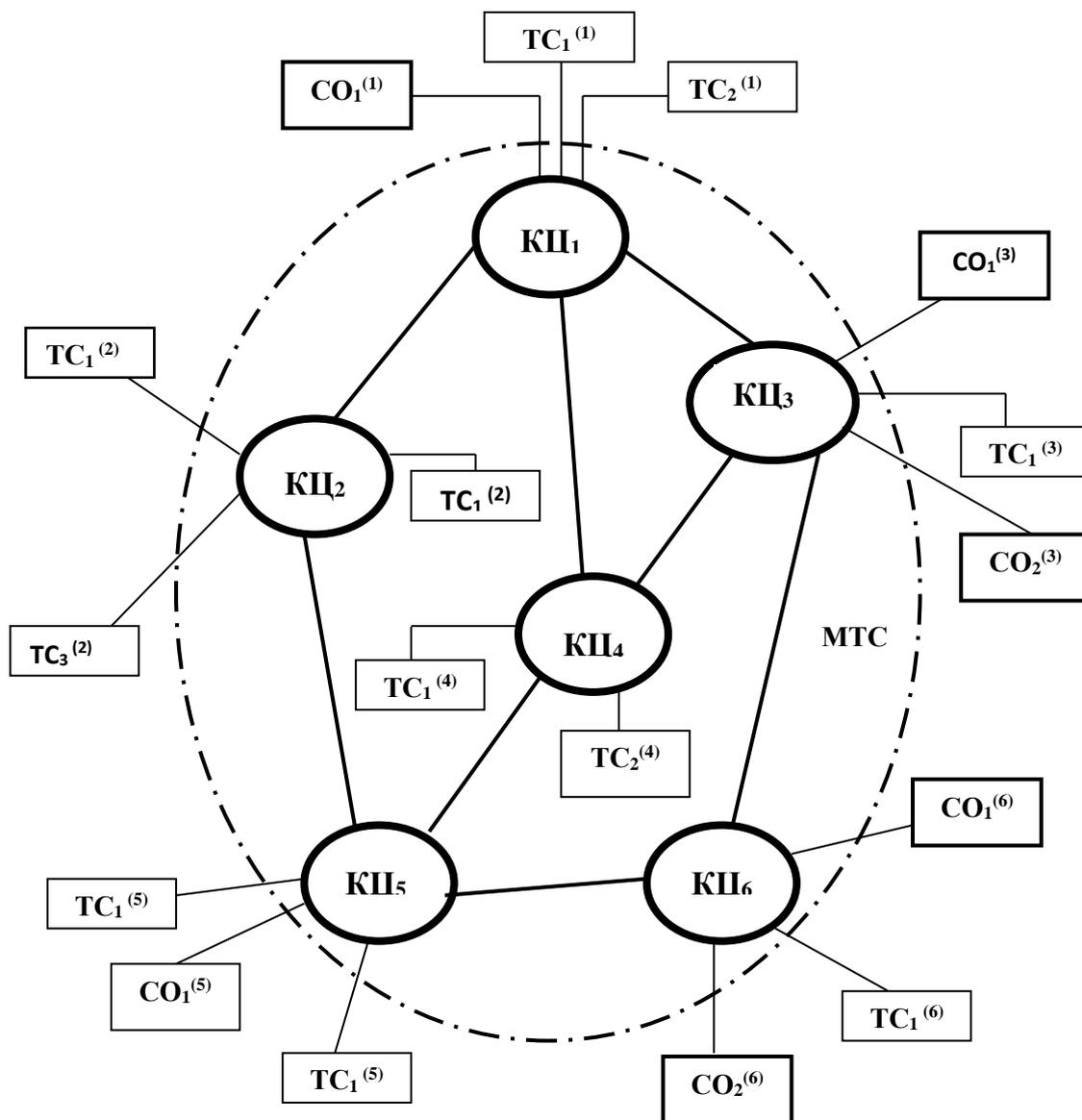


Рис. 10. Увеличенная схема физической структуры информационно-коммуникационной сети следующего поколения

В схеме приняты следующие обозначения:

- КЦ – коммуникационный центр;
- СО – система обработки и хранения информации
- ТС – терминальная система (терминал, шлюзы и т.д.)
- МКС – магистральный канал связи транспортной системы
- . . — область сосредоточения программно-технического комплекса транспортной системы.

- топологической структуры распределенной инфокоммуникационной сети при учете производительности систем обработки и хранения информации, а также услуг;

- для каждого вида трафика оптимальной маршрутизации и распределения их потоков при учете производительности и загруженности каналов связи, коммуникационных центров и систем обработки и хранения информации;

- алгоритмов и параметров обмена данными, обеспечивающих требуемую верность и задержку информации и т. д.

Исходя из этого, развернутая задача построения ССП с распределенной структурой может быть представлена в следующем виде.

Пусть заданы:

а)  $T$  терминалов пользователей  $t_1, t_2, \dots, t_T$  с фиксированными координатами  $(x_i, y_j)$  мест их расположения (абоненты мобильной сети подключаются к коммуникационным центрам с помощью соответствующих шлюзов (терминальных систем), которые имеют фиксированные координаты);

б)  $K$  систем обработки и хранения информации  $CO_1, CO_2, \dots, CO_K$  с соответствующими производительностями  $\mu_k$  и услугами  $u_k (u_k \in U)$ , а также с известными координатами расположения  $(x_j, y_j)$ ;

в) функциональные возможности и координаты возможных точек размещения коммуникационных центров транспортной системы ИКС, в системах управления которых известны степень размещения информационных ресурсов и услуг в системах обработки и хранения информации;

г) интенсивности ввода в сеть внешних трафиков в виде матрицы  $\| \gamma_i \|$ , которая в свою очередь может быть представлена двумя матрицами:  $\| \gamma_{1i} \|$  - матрица «информационно-вычислительного» трафика и  $\| \gamma_{2i} \|$  -

матрица «транзитного» трафика с соответствующими матрицами коэффициентов тяготения  $\alpha_{ij}$  и  $\beta_{ij}$ , где  $\alpha_{ij}$  и  $\beta_{ij}$  характеризуют долю общего объёма данных информационно-вычислительного или транзитного трафика, передаваемого от  $i$  абонента к  $j$  в единицу времени. При этом следует отметить, что величина  $\alpha_{ij}$  имеет смысл только для информационно-вычислительного трафика, так как абонент может направить в инфокоммуникационную сеть информацию, адресатом которого после обработки является сам;

д) стоимости аренды единицы времени всех типов используемых в сети систем обработки и хранения, а также услуг :  $\bar{S}_1 = \{S_1^k\}$ ,  $\bar{S}_u = \{S_u^k\}$ ;

е) стоимости аренды каналов, используемых в сети,  $\bar{S}_2 = \{S_2^n\}$  ;

ж) стоимости приведённых эксплуатационных и капитальных затрат на создание коммуникационных центров, шлюзов и других подсистем сети,  $\bar{S}_3 = \{S_3^z\}$ ;

При отсутствии в существующей сети связи прямых каналов между конкретными точками сети возникает необходимость их реализации. В этом случае в капитальные затраты будут входить стоимости создания новых каналов связи.

Требуется определить такую структуру информационно-коммуникационной сети следующего поколения, позволяющую своевременно обслуживать разнотипные информационные потоки пользователей при минимальной сумме приведённых затрат, т.е. требуется минимизировать следующий функционал

$$C(\vec{w}, \vec{f}, \vec{d}, \vec{u}) = Z_n * K(\vec{w}, \vec{f}, \vec{d}, \vec{u}) + \Theta(\vec{w}, \vec{f}, \vec{d}, \vec{u}),$$

где  $\vec{w}$  - вектор структурных параметров, однозначно характеризующий топологическую структуру инфокоммуникационной сети (ССП), ( $\vec{w} \in W$  - множество допустимых вариантов топологической структуры);

$\vec{f} \in F$  – множество допустимых вариантов распределения потоков по каналам и системам обработки ССП;

$\vec{d} \in D$  – множество видов дисциплин обслуживания заявок в ССП;

$\vec{u} \in U$  – множество услуг, предоставляемых ССП широкому кругу пользователей.

при следующих ограничениях:

– суммарная интенсивность входного информационно – вычислительного трафика должна соответствовать суммарному значению производительности всех систем обработки и хранения сети, т.е.

– суммарная интенсивность информационных потоков, поступающих в коммуникационную сеть транспортной системы ИКС не должна превышать суммарную реальную пропускную способность каналов связи, т.е.

$$\sum_{i,j \in k} \gamma_{ij} \leq \sum_{\eta \in N} \mu_{\eta}$$

– между парой узлов сети должны быть  $\tau$  непересекающихся по узлам маршрутов.

Описанная задача из-за присутствия факторов неопределённости (например, неизвестность допустимых границ отдельных показателей, реальных пропускных способностей каналов связи, поведения заявок в очередях и т.п.) относится к слабоструктурированным задачам. Для задач такого типа весьма перспективным является режим проектирования, позволяющий объединять в едином процессе мощные математические методы и алгоритмы стохастического имитационного моделирования с неформализованными знаниями проектировщика – интуицией, опытом и т.д. Такой режим представляет собой итерационный процесс, состоящий из

последовательности чередующихся фаз работы синтеза структуры сети, с фазой анализа полученной топологии и принятия очередного решения: принять или отклонить текущую топологию, ввести дополнительные изменения или ограничения.

Исходя из этого, алгоритмическое обеспечение системы проектирования инфокоммуникационной сети следующего поколения (ИКССП) представляет собой комплекс взаимосвязанных моделей, имеющих иерархическую структуру (рис. 11).

Как видно из рис. 11, средством решения задачи является создание комплекса математических и имитационных моделей, основанных на теории сетей массового обслуживания. Требуемое число этапов проектирования ИКС в плане выбранной целевой функции достигается лишь при объединении моделей в единую систему, охватывающую все или большинство основных задач.

Практическая невозможность постановки и решения в рамках одной математической задачи всего комплекса проблемы наводит на мысль необходимости использования поэтапной процедуры проектирования, позволяющей перейти от задачи большой размерности к последовательности задач меньшей размерности. При таком подходе инфокоммуникационная сеть рассматривается в целом с учётом взаимосвязи основных процессов, определяющих её эффективное функционирование и решение задач на уровне отдельных этапов, предполагает единый критерий для всей сети и решение отдельных подзадач на каждом шаге оптимизации. Процесс оптимизации представляет собой итерационный процесс на каждом шаге которого, проектируется (выбирается) конкретный законченный вариант ИКС, обеспечивающий определённое значение целевой функции.

Вычисленное значение целевой функции сравнивается с полученным на предыдущем этапе и, исходя из этого выбирается направление её дальнейшего улучшения. Внутри каждого шага решается комплекс

взаимосвязанных задач с конечной целью определения варианта ИКС при заданных ограничениях. Следует заметить, что отдельные подзадачи не являются полностью завершёнными. Добавленная система обратных связей в иерархической структуре (рис.11) позволяет рассматривать комплекс решаемых задач как единое целое и учитывать влияние на результаты каждого уровня всей последовательности предыдущих. Этим достигается возможность корректировки всех процессов, происходящих при проектировании с выработкой оптимального решения в финале.



Рис. 11. Укрупнённая схема системы проектирования ССП.

Такая структура даёт возможность прогнозировать изменения характеристик, параметров, процессов, исходных данных, направления поиска и в конечном итоге определить движение процесса оптимизации от варианта к варианту. Процедуру поиска можно отнести к совмещённому двойному поиску, в котором поиск глобального экстремума сводится к направленному просмотру вариантов реализации сети, получающийся в

результате направленного случайного поиска оптимальных характеристик отдельных процессов в их взаимосвязи при выполнении заданных ограничений.

Руководствуясь описанным принципом технологию поиска искомой структуры ССП в самом общем виде можно представить в следующей последовательности.

Формированию исходных данных предшествует анализ географико-административной структуры обслуживаемой сетью региона, на базе чего происходит разбиение региона на соответствующие зоны и задание точек возможного размещения коммуникационных центров в них. При этом анализируются возможности и структура телефонной сети связи, на базе которой и будет строиться транспортная система ССП.

Также анализируются характеристики трафиков информационных источников каждой зоны (структура многопродуктовых потоков, приоритеты конкретных заявок и т.д.) места расположения терминальных систем, систем обработки и хранения информации, производительности их, а также услуги, представляемые ими и т.д.

После реализации модели построения терминальной (абонентской) подсети соответствующих зон приступают к построению **К** – связанной распределённой ССП. Построение модели **К**- связанной ССП производится в два этапа: построение исходной 2-х связанной топологии и построение топологии **К** – связанной ССП с заданной надёжностью.

На полученной топологии решаются взаимосвязанные задачи определения пропускных способностей каналов, маршрутизации и распределения потоков исходных трафиков с учётом их добавления на потоки сообщений, обслуживаемых в системах обработки и хранения данных ССП и на передаваемые между оконченными терминальными системами через транспортную систему.

В заключительной фазе проектирования начинается разработки имитационных моделей, реализующих процессы информационного обмена и обслуживания заявок в компонентах ССП. Необходимость создания имитационных моделей вызвано в первую очередь наличием стохастических процессов, неформализуемых аналитически. К таким процессам в первую очередь относится процесс передачи информации по реальным каналам связи, распределение информационных потоков между системами обработки и хранения информации, законы обслуживания заявок для трафиков с различной структурой.

Результатом работы моделей является анализ вероятностно-временных (ВВХ) и других характеристик на различных уровнях обмена данными и вычисление текущего значения целевой функции с выделением результатов, необходимых для создания следующего варианта ССП (следующего шага поиска).

Управляющая программа анализирует получаемые результаты на каждом этапе, определяет степень их приемлемости для последующих этапов исследования или возвращает на соответствующие позиции предыдущих этапов, с которого продолжается дальнейший поиск. Другими словами, она регулирует процесс синтеза оптимальной ССП в зависимости от полученных результатов на различных этапах поиска искомой структуры ССП.

## **Глава IV. Охрана труда и техническая безопасность**

### **4.1. Виды и условия трудовой деятельности человека**

Наиболее важными факторами с точки зрения психофизиологических возможностей человека, влияющих на безопасность, являются вид трудовой деятельности, ее тяжесть и напряженность, а также условия, в которых осуществляется трудовая деятельность.

Физический труд характеризуется повышенной мышечной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат, на сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную системы и т.д. Он развивает мышечную систему, стимулирует обменные процессы в организме, но в то же время может иметь и отрицательные последствия, например, вызывать заболевания опорно-двигательного аппарата при неправильной организации и чрезмерной интенсификации рабочего процесса. Сегодня чисто физический труд встречается редко.

Современная классификация трудовой деятельности выделяет следующие формы труда.

Механизированный труд — требует меньших затрат энергии и мышечных нагрузок, но характеризуется большой скоростью и монотонностью движений человека.

После окончания работы восстановление функций организма до нормы происходит довольно быстро. При заболевании организма или при отсутствии навыков в работе это восстановление замедляется.

Труд на конвейере характеризуется еще большей скоростью и однообразием движений, время выполнения операции строго регламентировано. В сочетании со значительным нервным напряжением, высокой скоростью работы и однообразием работа на конвейере приводит к быстрому нервному истощению и усталости.

Работа на полуавтоматическом и автоматическом производстве заключается в периодическом обслуживании механизмов при выполнении

простых операций. Она требует меньших затрат энергии и напряженности по сравнению с работой на конвейере.

Умственный труд связан с приемом и переработкой информации, он требует напряжения внимания, памяти, активизации процессов мышления, характеризуется повышенной эмоциональной нагрузкой и снижением двигательной активности. Продолжительная умственная нагрузка оказывает отрицательное влияние на психическую деятельность — ухудшаются память, внимание, функции восприятия окружающей среды.

Формы интеллектуального труда: операторский, управленческий, творческий, труд преподавателей, врачей, учащихся.

Труд учащихся характеризуется напряжением основных психических функций — памяти, внимания, наличием стрессовых ситуаций, связанных с экзаменами, зачетами, контрольными работами.

Творческий труд (труд ученых, писателей, художников, конструкторов, композиторов) — наиболее сложная форма умственной деятельности, он требует значительного нервно-эмоционального напряжения. Решение задач охраны труда немислимо без учета физических возможностей работника, его работоспособности, способности работать без травм и аварий.

Работоспособность человека зависит от многих факторов: от уровня его развития, его настроения, эмоционального состояния, воли, трудовых установок, мотивации, от организации и условий труда.

Понижение работоспособности, возникающее в результате выполнения той или иной работы, и комплекс ощущений, связанных с этим, называют утомлением.

Утомление — физиологическое состояние организма, характеризующееся рядом объективных признаков: повышением артериального

давления, уменьшением содержания сахара в крови, снижением производительности труда, ухудшением субъективных ощущений (нежеланием продолжать работу, усталостью и т.п.).

Если за время, установленное для отдыха после работы, трудоспособность полностью не восстанавливается, наступает переутомление. Быстрее всего утомление наступает при монотонной работе.

Уменьшить влияние монотонности работ на человека можно, если делать каждую операцию более содержательной, объединять операции в более сложные и разнообразные. Продолжительность операции должна быть не менее 30 с, нагрузки на различные органы чувств и части тела должны чередоваться. Желательно использовать свободный темп конвейера; осуществлять перевод рабочих с одной производственной операции на другую; устанавливать переменный ритм работы конвейера в течение рабочего дня (рабочей смены). Применение оптимальных режимов труда и отдыха в течение рабочего дня (рабочей смены), назначение коротких дополнительных перерывов, соблюдение эстетичности производства и осуществление функционального музыкального оформления производственного процесса поможет снизить монотонность труда и утомляемость.

Наряду с пассивным отдыхом для предупреждения утомления в процессе труда применяется активный отдых— производственная гимнастика, физкультурные паузы.

Наступление нервного (умственного) утомления в отличие от физического (мышечного) не приводит к автоматическому прекращению работы, а лишь вызывает перевозбуждение, невротические сдвиги, нарушение сна. Виды деятельности с преобладанием физического труда требуют менее продолжительного, хотя и более частого отдыха.

Период восстановления сил после физической работы происходит более интенсивно и заканчивается в сравнительно короткое время.

Нервное утомление возникает главным образом из-за спешки, чрезмерного напряжения внимания, слуха и зрения, памяти и мыслительной деятельности. В то же время умственная работа, как ни удивительно, протекает очень экономно, при сравнительно небольшом потреблении энергии. Сама по себе она мало утомительна.

Из этого следует, что умеренный (не очень напряженный) умственный труд может выполняться довольно долго без перерыва на отдых. Однако людям, занятым преимущественно умственным трудом, периодически необходим более длительный отдых.

Рабочее место человека преимущественно умственного труда должно быть во всех отношениях комфортным. Микроклимат, освещение, окраска помещения должны соответствовать оптимальным условиям. Вместе с тем необходимо устранить такие неблагоприятные факторы, как монотонность в работе, шум, вибрацию и т.п.

## **4.2. Эргономические основы охраны труда**

Для создания комфортных и безопасных условий труда необходимо комплексное изучение системы человек — машина — производственная среда, которые находятся в тесной взаимосвязи и влияют на безопасность, производительность и здоровье человека.

Эргономика — научная дисциплина, комплексно изучающая человека в конкретных условиях его деятельности в современном производстве.

На человека в процессе труда действуют множество факторов: вид трудовой деятельности, ее тяжесть и напряженность, условия, в которой она

осуществляется (вредные вещества, излучения, климатические условия, освещенность и т.д.), психофизиологические возможности человека (прежде всего антропометрические характеристики человека, скорость реакций на различные раздражители, особенности восприятия человеком цвета и т.д.). Для того чтобы человекомашина функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека, необходимо, прежде всего, обеспечить совместимость характеристик машины и человека. Совместимость человека с машиной определяется его антропометрической, сенсомоторной, энергетической (биомеханической) и психофизиологической совместимостью.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможность обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы.

Сенсомоторная совместимость предполагает учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предполагает учет силовых возможностей человека при определении усилий, прилагаемых к органам управления.

Психофизиологическая совместимость должна учитывать реакцию человека на цвет, цветовую гамму, частотный диапазон подаваемых сигналов, форму и другие эстетические параметры машины.

#### **4.3. Задачи, решаемые в чрезвычайных ситуациях**

Определение и классификация задач, которые решаются во время в чрезвычайных ситуациях (ЧС), имеет не только теоретическое, но прежде всего практическое значение.

Основная цель действий в условиях ЧС — защита человека. При этом возможны следующие типы задач, которые могут возникнуть одновременно:

1. Удаление (эвакуация) людей из района действия опасных факторов. Эта задача выполняется с привлечением сил, внешних по отношению к району ЧС, или без таковых. Тактика, диктуется конкретными условиями.

2. Оказание помощи людям, подвергшимся воздействию факторов ЧС, лишенным возможности самостоятельно спастись (дети, старики, больные). Эту задачу решают специально подготовленные люди — спасатели с привлечением населения.

3. Самоспасение, или выживание — такая задача может возникнуть перед отдельными лицами или группами людей, когда внешняя помощь не может быть по каким-либо причинам оказана вовремя. Успешное решение этой задачи требует специальной подготовки людей.

4. Наконец, существует особо специфичная задача, заключающаяся в обеспечении безопасности тех людей, которые призваны выполнять активные действия в условиях ЧС, т.е. обеспечение безопасности самих спасателей.

По причинам возникновения ЧС бывают природные, техногенные, антропогенные, экологические, социальные.

К природным (стихийным) ЧС относятся опасные природные явления или процессы, имеющие чрезвычайный характер и приводящие к нарушению повседневного уклада жизни более или менее значительных

групп населения, человеческим жертвам, уничтожению материальных ценностей. К ним относятся землетрясения, наводнения, цунами, извержения вулканов, селевые потоки, оползни, обвалы, ураганы и смерчи, массовые лесные и торфяные пожары, снежные заносы и лавины. К числу стихийных бедствий относятся также засухи, длительные проливные дожди, сильные устойчивые морозы, эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, массовое распространение вредителей лесного и сельского хозяйства.

Стихийные бедствия могут происходить: в результате быстрого перемещения вещества (землетрясения, оползни); в процессе высвобождения внутривоздушной энергии (вулканическая деятельность, землетрясения); при повышении общего уровня рек, озер и морей (наводнения, цунами); под воздействием необычайно сильного ветра (ураганы, циклоны). Некоторые стихийные бедствия (пожары, обвалы, оползни и др.) могут возникнуть в результате действий самих людей, но последствия их всегда являются результатом действия сил природы. Для каждого стихийного бедствия характерно наличие присущих ему поражающих факторов, неблагоприятно воздействующих на состояние здоровья человека.

Стихийные бедствия являются трагедией всего государства и, особенно, для тех районов, где они возникают. В результате стихийных бедствий страдает экономика страны, так как при этом разрушаются производственные предприятия, уничтожаются материальные ценности и, самое главное, возникают потери среди людей, гибнет их жилье и имущество. Кроме того, стихийные бедствия создают крайне неблагоприятные условия для жизни населения, что может быть причиной вспышек массовых инфекционных заболеваний. Количество людей, пострадавших от стихийных бедствий, может быть весьма значительным, а характер

поражений очень разнообразным. Больше всего люди страдают от наводнений (40% от общего урона), ураганов (20%), землетрясений и засух (по 15%). Около 10% общего ущерба приходится на остальные виды стихийных бедствий.

Ряд советских и зарубежных специалистов, приводя данные о потерях при крупнейших бедствиях, предполагают, что в будущем в связи с ростом и концентрацией населения аналогичные по силе катастрофы будут сопровождаться увеличением числа жертв в десятки раз.

Техногенными ЧС принято считать внезапный выход из строя машин, механизмов и агрегатов во время их эксплуатации, сопровождающийся серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, образованием очагов пожаров, радиоактивным, химическим или биологическим заражением больших территорий, групповым поражением (гибелью) людей. К техногенным ЧС относятся аварии на промышленных объектах, строительстве, а также на железнодорожном, воздушном, автомобильном, трубопроводном и водном транспорте, в результате которых образовались пожары, разрушения гражданских и промышленных зданий, создавалась опасность радиационного загрязнения, химического и бактериального заражения местности, произошло растекание нефтепродуктов и агрессивных (ядовитых) жидкостей на поверхности земли и воды и возникли другие последствия, создающие угрозу населению и окружающей среде.

Характер последствий техногенных катастроф зависит от вида аварии, ее масштабов и особенностей предприятия, на котором возникла авария (от вида транспорта и обстоятельств, при которых произошла авария).

Антропогенные ЧС являются следствием ошибочных действий персонала. Этот класс ЧС может происходить на тех же объектах, что и

техногенные ЧС. Отличие состоит лишь в том, что техногенные ЧС не связаны с человеческим фактором непосредственно.

К чрезвычайным ситуациям экологического характера можно отнести: интенсивную деградацию почвы и ее загрязнение тяжелыми металлами (кадмий, свинец, ртуть, хром и т. д.) и другими вредными веществами; загрязнение атмосферы вредными химическими веществами, шумом, электромагнитными полями; кислотные дожди; разрушение озонового слоя и т. д.

К социальным ЧС относятся события, происходящие в социуме (грабежи, насилия), межнациональные конфликты, сопровождающиеся применением силы; противоречия между государствами с применением оружия.

По скорости распространения опасности ЧС могут быть классифицированы на: внезапные (землетрясения, взрывы, транспортные аварии и т. д.); стремительные (пожары, гидродинамические аварии с образованием волны прорыва, аварии с выбросом газообразных СДЯВ и т. д.); умеренные (паводковые наводнения, извержения вулканов, аварии с выбросом радиоактивных веществ); плавные с медленно распространяющейся опасностью (засухи, эпидемии, аварии на промышленных очистных сооружениях, загрязнение почвы и воды вредными химическими веществами и т. д.).

По масштабности ЧС можно подразделить на пять типов: локальные (объектовые), местные, региональные, национальные и глобальные. При локальных (объектовых) ЧС последствия ограничиваются пределами объекта народного хозяйства и могут быть устранены за счет его сил и ресурсов.

Местные ЧС имеют масштабы распространения в пределах населённого пункта, в том числе крупного города административного района, нескольких районов или области и могут быть устранены за счет сил и ресурсов области.

В региональных ЧС последствия ограничиваются пределами нескольких областей или экономического района и могут быть ликвидированы за счет сил и ресурсов республики. Национальные ЧС имеют последствия, охватывающие несколько экономических районов или республик, но не выходящие за пределы страны. Ликвидация таких ЧС осуществляется силами и ресурсами государства, зачастую с привлечением иностранной помощи.

При глобальной ЧС ее последствия выходят за пределы страны и распространяются на другие государства. Эти последствия устраняются как силами каждого государства на своей территории, так и силами международного сообщества. Границы между всеми перечисленными типами и классами ЧС в определенной мере условны. Как уже отмечалось, некоторые стихийные бедствия — оползни, опустынивание, в отдельных случаях землетрясения, лесные и торфяные пожары и т. д.— могут иметь как чисто природное, так и природно-антропогенное происхождение. То же самое можно сказать и при систематизации ЧС по другим признакам.

Последствия ЧС могут быть самыми разнообразными. Они зависят от вида, характера чрезвычайной ситуации и масштаба ее распространения.

Основными видами последствий ЧС являются: гибель, заболевания людей, разрушения, радиоактивное загрязнение, химическое заражение, бактериальное заражение. Следует подчеркнуть, что на людей, находящихся в экстремальных условиях ЧС, наряду с различными поражающими факторами действуют и психотравмирующие обстоятельства, представляющие собой обычно комплекс сверхсильных

раздражителей, вызывающих нарушение психической деятельности в виде так называемых реактивных (психогенных) состояний. При этом психогенное воздействие экстремальных условий складывается не только из прямой, непосредственной угрозы жизни человека, но и опосредованной, связанной с ожиданием ее реализации вне зон поражения. Если радиусы воздействия опасных и вредных факторов ЧС можно с той или иной, степенью достоверности определить заблаговременно расчет путем, то радиус психологического воздействия в реальной действительности может иметь самые различные значения. В ряде случаев он, возможно, будет во много раз превосходить радиусы воздействия других поражающих факторов.

Территория, на которую воздействуют опасные и вредные факторы ЧС, с расположенными на ней населением, животными, зданиями и сооружениями, инженерными сетями и коммуникациями называется очагом поражения. Очаги поражения бывают простые (однородные) и сложные (комбинированные).

Простым очагом поражения называют очаг, возникший под воздействием одного поражающего фактора, например, разрушения от взрыва, пожара, только химическое или бактериальное заражение. Сложные очаги поражения возникают в результате действия нескольких поражающих факторов чрезвычайной ситуации. Например, взрыв на химическом предприятии влечет за собой разрушения, пожары, химическое заражение окружающей местности; землетрясение и ураган помимо разрушения сооружений, могут вызвать затопление прибрежной полосы, пожары от повреждения электрических сетей, химическое заражение в результате утечки СДЯВ при разрушении емкостей и т. д.

Форма очагов поражения в зависимости от природы источника опасных факторов может быть круглой — при землетрясениях, взрывах,

полосной —при ураганах, смерчах, затоплениях, селевых потоках, лавинах и др., неправильной формы при пожарах, цунами, оползнях и т. п.

Независимо от происхождения и типа в развитии чрезвычайных ситуаций можно выделить четыре характерных стадии (фазы): зарождения, инициирования, кульминационную и затухания (ликвидации последствий).

На стадии зарождения складываются условия, предпосылки будущей ЧС: активизируются неблагоприятные природные процессы; накапливаются проектно-производственные дефекты сооружений и многочисленные технические неисправности; происходят сбои в работе оборудования, инженерно-технического персонала и т. п.

Установить продолжительность стадии зарождения, причем весьма приблизительно, можно только с помощью регулярной статистики отказов, сбоев, «локальных» аварий, данных наблюдений сейсмических, метеорологических, противоселевых и других станций.

На стадии инициирования чрезвычайного события наиболее существенно влияние человеческого фактора. Так, статистика свидетельствует, что свыше 60% аварий происходит из-за ошибок персонала.

На кульминационной стадии происходит высвобождение энергии или вещества, оказывающих неблагоприятное воздействие на население и окружающую среду, т. е. возникает собственно чрезвычайное событие. Особенность чрезвычайного события— цепной характер протекания, когда разрушительное действие инициирующего события многократно (иногда в сотни раз) усиливается вследствие вовлечения в процесс энергонасыщенных, токсичных, биологически активных компонентов.

Образно говоря, это цепной процесс разрушительного высвобождения энергии и веществ.

Стадия затухания чрезвычайной ситуации по времени охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности — локализации ЧС, до полной ликвидации ее прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т. д. последствий. Продолжительность данной стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

Компоненты системы контроля ЧС.

а) Идентификация возможных ЧС должна осуществляться соответствующей администрацией и государственными органами на основе приоритетности, т. е. ориентации на наиболее опасные объекты.

б) Информация об идентифицированных опасностях, ведущих к ЧС, должна собираться и представляться систематически, и быть доступной для всех заинтересованных сторон.

в) Администрация предприятий и территорий должна проводить целенаправленную политику безопасности: инспекции» обучение и подбор кадров и др.

г) Контроль за выполнением законов по предупреждению чрезвычайных ситуаций должен проводиться государственными органами.

д) В связи с невозможностью обеспечения абсолютной безопасности необходимо предусматривать планирование ликвидации аварий.

## **Заключение**

### **Список использованной литературы**

1. И.Г.Бакланов. NGN: принципы построения и организации / под ред.Ю.Н.Чернышова.– М.:Эко-Трендз, 2008.-400с.

2. 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.
3. Ю.В.Семенов. Проектирование сетей связи следующего поколения. – Спб.:Наука иТехника, 2005. -240с.
4. Кулябов Д.С., Королькова А.В. Архитектура и принципы построения современных сетей и систем телекоммуникаций: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 309 с.
5. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. SOFTSWITCN . Спб.: БХВ – Санкт-Петербург,2006.-368с.
6. Компьютерные сети .4-е изд./ Э . Таненбаум.- Спб.: Питер, 2003.- 992 с.
7. Битнер В.И. Лекции по дисциплине . Сети слудующего поколения. 2008 г
8. Г.Ф.Балькин. Перспективные телекоммуникационные технологии. Киев -2009.
9. 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.
10. Зайченко Ю. П., Гонга Ю. В.. Структурная оптимизация сетей ЭВМ. «Техника», Киев 1986, 168с.
11. Клейнрок Л.. Теория массового обслуживания. – «Машиностроение», Москва, 1979, 432с.
12. Клейнрок Л.. Вычислительные системы с очередями. – «Мир», Москва, 1979, 600с.
13. Мизин И.А., Богатырев В.А., Кулешов А.Ш. Сети коммутации пакетов / под общей ред., акад. Семенихина, «Радио и связь», М., 1986, 428.

14. Нишанбаев Т.Н., А.Надем. Система автоматизации проектирования транспортных каналов компьютерных сетей COMSET. В тр. Республи-канской конференции «Современные проблемы алгоритмизации и программирования» Ташкент, 2001
15. Кристофидес И. Теория графов. Алгоритмический подход. Перевод с англ. «Мир», Москва, 1978, 432с.
16. Сети NGN. <http://www.akvadra.ru/categories.html?id=40>
17. Крупномасштабные мультисервисные сети связи. NGN технологии. [http://www.informsviaz.ru/inform\\_tech/multiserv.html](http://www.informsviaz.ru/inform_tech/multiserv.html)
18. Мультисервисные сети.  
[http://www.informsviaz.ru/inform\\_tech/multiservice.html](http://www.informsviaz.ru/inform_tech/multiservice.html)
19. Системы IP-телефонии.  
[http://www.informsviaz.ru/inform\\_tech/telephony.html](http://www.informsviaz.ru/inform_tech/telephony.html)
20. Сети NGN. <http://www.si2000.ru/networksngn.php>
21. Коновалов Г.В. Многомерные сети — будущее
22. инфокоммуникационных сетей.  
<http://www.elsv.ru/files/actual/87.pdf>
23. 14. Варакин Л.Е. Будущее поколение инфокоммуникационных сетей — FGN XXI // Международная конференция МАС-2004 “Инфокоммуникационные сети XXI века” — М. <http://niits.ru/public/2004/2004-039.pdf>
24. 15. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. Киев, «Наукова думка», 1985, 384с.
25. 16. Финкельштейн Ю.Ю. Приближенные методы и прикладные задачи дискретного программирования. Москва, «Наука», 1976, 295с.