# Аннотация

В данной дипломной работе производится разработка широкополосной сети доступа с технологией АТМ с использованием SDH кольца г. Иркутска.

Разрабатывается схема организации связи на проектируемой сети.

Разрабатываются показатели эффективности применения данного оборудования.

# 

# Введение

Телекоммуникация - одна из наиболее стремительно развивающихся сегодня отраслей, во многом определяющая лицо современного мира в целом и отдельной страны в частности.

Создание высокоэффективной телекоммуникационной среды является важнейшей национальной проблемой. Без ее решения проблематично построение информационного общества и внедрение в сферы производства, бизнеса, науки, образования, медицины, культуры и развлечений новейших информационных и телекоммуникационных технологий.

Однако существующие телекоммуникационные сети России обладают целым рядом недостатков, из которых основными являются их узкая специализация, отсутствие гибкости и адаптации к изменению требований пользователей, а также низкая эффективность использования сетевых ресурсов [2]

В настоящее время на первый план выходит задача предоставления современных услуг связи в соответствии с Концепцией развития связи в Российской Федерации до 2010 года [1], а также создания нормативной базы для внедрения новых услуг.

Сегодня к телекоммуникационным сетям предъявляются повышенные требования. Все больше пользователей стремятся получить увеличение их мощности и разнообразные услуги. Расширение видов сервиса требует более гибких методов передачи. Увеличение количества линий приводит к увеличению объема техобслуживания и повышению накладных расходов.

Развитие современных сетевых технологий, успехи в создании волоконно-оптических линий связи и сверхбольших интегральных схем с большой памятью и огромным быстродействием привели к разработке нового способа транспортирования информации, получившего наименование асинхронного режима переноса (Asynchronous Transfer Mode, ATM). Появилась возможность на базе технологии АТМ создать единую телекоммуникационную систему – широкополосную цифровую сеть интегрального обслуживания (Ш-ЦСИО) [2].

**1. Причины создания Ш-ЦСИО**

Анализ мирового опыта развития сетей связи показывает, что основными этапами перехода от аналоговых не интегрированных сетей к цифровым сетям с интеграцией служб является:

* развертывание цифровой сети;
* создание узкополосной цифровой сети интегрального обслуживания с коммутацией каналов для службы телефонии и с коммутацией пакетов для телематических служб на базе единого 64 кбит/с цифрового канала;
* построение широкополосной цифровой сети интегрального обслуживания.

Преимущества цифровых сетей связи настолько очевидны, что замена аналоговых сетей цифровыми и создание интегральной цифровой сети осуществляется практически во всех странах мира. На этом этапе также сохраняются выделенные сети передачи данных, построенные как на принципах коммутации каналов, так и на принципах коммутации пакетов.

На следующем этапы развития продолжают функционировать узкополосные цифровые сети интегрального обслуживания (УЦСИО), которые объединяют телефонную сеть и сети передачи данных с использованием основных цифровых каналов. На этом же этапе планировалось обеспечение передачи речи на абонентских соединительных линиях в цифровой форме.

На третьем этапе осуществляется переход ко второму поколению цифровых сетей интегрального обслуживания – широкополосным цифровым сетям (Ш-ЦСИО) [2]

Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания, как ее еще называют в литературе (B-ISDN) – это попытка предоставить одну, универсальную, широко распространенную и высокоскоростную сеть вместо множества сложных неоднородных существующих сетей. Эта новая сеть должна, с одной стороны выполнять все функции, возлагаемые на нынешние сети по передаче голоса, данных и телевизионных сигналов, а с другой стороны, обладать возможностью поддерживать будущие коммуникационные технологии.

B-ISDN – это высокоскоростная технология, использующая АТМ в качестве транспортного механизма. Она служит для объединения нескольких локальных сетей. В настоящее время технология B-ISDN привлекает к себе все большее внимание, так как она обеспечивает максимальную технико-экономическую эффективность. Это достигается за счет интеграции услуг, предоставляемых различными службами, например обычной узкополосной (факсы, терминалы и т.д.), так и высокоскоростной в реальном времени (телевидение, видеотелефоны и т.д.).

## 1.1 Математическая модель формирования Ш-ЦСИО

Представим анализируемую модель в виде графа *G*(*A*,*L*) с множеством вершин

*A*={*a1…a i*…*a s*} = {*a i*}*,* *i =*,



которые соответствуют узлам коммутации, либо коммутаторам виртуальных каналов, и с множеством ребер

*L* ={*l i,j*}, *i,j* =*, i≠j* которые соответствуют ТПС.



В трактах передачи сообщений (ТПС) *li,j* имеется *k i,j* виртуальных каналов, которые можно представить матрицей каналов

, *i*, *j=, i≠j*



Структуру сети можно представить:

матрицей тяготений

, *r*-вид сервиса,



матрицей скоростей



Поиск маршрута между исходящим и входящим коммутаторами местных виртуальных каналов (КМВК) для *r*-ого сервиса осуществляется методом маршрутизации *Mr.*

Считаем, что ПРИ для каждого *r*-ого вида сервиса может быть свой, заданный в виде набора векторов:

,



,



;



где ν - текущее значение H,

H – количество исходящих ТПС из j-ого узла.

## 1.2 Общие принципы технологии АТМ

Сущность режима АТМ состоит в транспортировании всех видов информации пакетами фиксированной длины (ячейками), когда потоки ячеек от различных пользователей асинхронно мультиплексируются в едином цифровом потоке. Применение коротких пакетов (53 октета), минимизация функций, выполняемых при коммутации и использовании элементной базы на технологиях КМОП и БИКМОП, позволили уже сегодня достичь производительности коммутаторов АТМ 0 Губит/с и более. Основными, положительными сторонами метода АТМ является возможности транспортирования по сети информации любой службы независимо от скорости передачи, требований к семантической и временной прозрачности сети и качественности трафика ячеек. Эти причины и определили решение СС МСЭ, что именно АТМ является режимом транспортирования информации ШЦСИО.

Основное достоинство АТМ – это последовательная реализация метода асинхронно-адресной системы передачи и коммутации, позволяющая объединять различные типы трафика в единый поток и тем самым обеспечивать высокую эффективность использования пропускной способности канала. При этом в АТМ отработаны механизмы управления – система мер по снижению тех недостатков, которые присущи статистическому мультиплексированию.

Технология АТМ предоставляет операторам сетей уникальные возможности по обеспечению высокой гибкости и адаптируемости сети к изменению уровня требований пользователей к качеству обслуживания, так и появлению новых служб, требования которых к семантической и временной прозрачности сети еще четко не определены. Повышает эффективность использования сетевых ресурсов, а также снижает затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию сети, и на разработку сетевого оборудования, так как создается и эксплуатируется одна сеть вместо множества вторичных сетей.

Гибкость технологии подтверждается тем, что АТМ, задуманная изначально как самодостаточная, в короткие сроки адаптировалась к широкому спектру транспортных технологий доступа, интерфейсы АТМ позволяют поддерживать значительную часть услуг передачи данных канального уровня с различными не АТМ-протоколами (Frame Relay, X.25,xDSL), а также трафик протоколов IP, IPX внутри единой инфраструктуры.

Технология АТМ наиболее эффективна при переходе от TDM-сетей к пакетным мультисервисным сетям, и дает возможность оптимально реализовать универсальные транспортные узлы в точках перехода от корпоративных сетей к уровню сетей общего пользования и в точках объединения нескольких сетей общего пользования [5].

Мультисервисные сети на базе технологии АТМ обладают рядом преимуществ – пачечная природа трафика, концепция гибкой полосы пропускания, обеспечение требуемого качества обслуживания, что делает их наиболее экономически эффективным решением для построения крупномасштабных корпоративных сетей и в перспективе позволяет заменить существующие базовые сети с различными протоколами единой широкополосной сетью.

Благодаря технологии АТМ все коммутационное оборудование становится однородным, решающим для всех видов информации одну задачу – задачу быстрой коммутации фиксированных пакетов, получивших название ячеек, и асинхронного временного разделения ресурсов, при котором множество виртуальных соединений с различными скоростями асинхронно мультиплексируются в едином физическом канале связи – цифровом тракте.

## 1.3 Модель ШЦСИО

Модель Ш-ЦСИО включает в свой состав три плоскости: плоскость пользователя, плоскость управления и плоскость менеджмента. Плоскость пользователя (U-plan) ответственной за транспортировку всех видов информации в соответствии с соответствующими механизмами защиты от ошибок, контроля и управления. Плоскость пользователя имеет уровневую структуру.

Плоскость управления (C-plane) определяет протоколы установления контроля и разъединение. Плоскость менеджмента (m-plan) обеспечивает функции менеджмента (управления) плоскостями обеспечивают координацию в ШЦСИО, связывая ее в единое целое. Функции управления уровнями решают задачи распределения сетевых ресурсов, согласования их с параметрами трафика, обработки информации, эксплуатации технического обслуживания и управления сетью. Управление уровнями имеет уровневую структуру.



Рекомендациями ССЭ МСЭ 1.321 и 1.413 определены уровни эталонной модели протоколов ШЦСИО. Физический уровень АТМ соответствует 1-му уровню эталонной модели ВОС. Уровень АТМ и часть уровня адаптации АТМ соответствует сетевому уровню и выше. Что позволяет возможным построение двух основных типов сетей на технологии АТМ:

* сети, состоящие из оконечных (терминальных) и промежуточных устройств только на технологии АТМ ("чистые АТМ");
* сети, использующие транспортную сеть, построенную на технологии АТМ, и терминальное оборудование различных современных телекоммуникационных технологий.

# 2. Краткая характеристика телкоммуникационнй сети г. Иркутска

## 2.1 Характеристика существующей телефонной сети

Город Иркутск является крупнейшим областным, промышленным и научно-техническим центром Восточной Сибири. По данным статистики в городе проживает 590500 жителей, из них количество семей – 173578. Климат Иркутска резко континентальный, характеризующийся сильными ветрами и туманами. Сейсмичность на территории города достигает 8 баллов.

В городе имеется развитая сеть всех видов подземных сооружений. Почти все улицы имеют твердое покрытие и зеленые насаждения. Основными видами городского транспорта являются автобус, троллейбус, трамвай. Основными транспортными магистралями являются ул. Карла Маркса, Ленина, Р. Люксембург, Пролетарская, Маяковского, Лермонтова, Байкальская.

Иркутск обслуживается местной телефонной связью от сети общего пользования и от ряда учрежденческо-производственных телефонных станций различной ведомственной принадлежности (УПАТС), включенных в телефонную сеть общего пользования через шесть узлов ведомственной телефонной связи (УВТС). Техническое состояние оборудования всех действующих АТС обеспечивает возможность его дальнейшей эксплуатации.

При этом на сети, действует несколько операторов: ОАО «Электросвязь», ЗАО «АТС-42», ОАО «Сибтелеком», УМП «Иртел», корпорация «Северная Корона», ЗАО «Байкалвестком», - что (из-за наличия конкурентной борьбы) создает определенные сложности в согласовании проектных решений, основывающихся на требовании Госкомсвязи РФ по созданию взаимоувязанной сети связи (ВСС).

Местная телефонная связь города Иркутска строится на условиях взаимоувязанной сети связи (ВСС), характеризуется наличием на ней тридцати десятитысяченомерных индексов, выделенных под РАТС (24 кода), и под УВТС (6 кодов) а так же стотысяченомерного индекса, занятого под УСП – при шестизначной системе нумерации.

Межстанционная связь РАТС на ИГТС построена по принципу «с узлами входящего сообщения» (УВС) при шестизначной системе нумерации абонентских линий, для чего на телефонной сети Иркутска сформировано 4 стотысяченомерных телефонных района с организацией четырех УВМСЭ. Схема г. Иркутска с телекоммуникационными узлами представлена на ри.1.

Для связи с сельскими АТС на ГТС г. Иркутска организован узел сельскопригородной связи с занятием стотысячного индекса «1» (УСП-1).

Связь РАТС г. Иркутска с АМТС типа AXE-10 организуется по пучкам заказно-соединительных (ЗСЛ) и соединительных линий (СЛМ).

Связь с экстренными и заказно-справочными службами осуществляется по 2-х и 3-х значной системе нумерации через узел спецслужб (УСС), с использованием оборудования АХЕ-10.

Абонентские сети ГТС построены по шкафной системе с применением элементов прямого питания, выполненные кабелем различных марок.

АМТС типа AXE-10 имеет выход на магистральную цифровую сеть, что позволяет обеспечить внедрение интегрированных услуг. Также, в данное время, в Иркутске идет интенсивное строительство Интегрированной сети передачи данных на оборудовании компании Cisco Systems. Для организации коммутируемого доступа предусматривается через цифровые модемные пулы, которые подключаются к опорной АТС потоками Е1, с интерфейсом ISDN PRI. Организация коммутируемого доступа осуществляется по существующей телефонной сети общего пользования к сети передачи данных. А, также используя существующую кабельную инфраструктуру, организован доступ к СПД по выделенным линиям.

**2.2 Краткая характеристика существующей сети SDH**

Организовать устойчивую и надежную связь, между всеми обслуживаемыми точками сети и удовлетворило потребности в передаче речевого трафика.

## 2.3 Передача ячеек АТМ через сети SDH

Существующая SDH сеть используется как транспортная сеть для АТМ трафика, учитывая, что виртуальные контейнеры VC-n могут нести в упакованном виде поток АТМ ячеек в качестве полезной нагрузки. В настоящее время стандартизованы процедуры такой упаковки (инкапсуляции) АТМ ячеек в виртуальные контейнеры VC-4 и VC-4Xc, используемые в схемах мультиплексирования SDH (рекомендации ITU-T G.709).

Для сопряжения SDH и АТМ сетей (рассматриваемых как сети доступа) предусматривается коммутаторы доступа АТМ, осуществляющие упаковку ячеек АТМ в виртуальные контейнеры SDH.

Существующая синхронная SDH сеть г. Иркутска - это синхронная цифровая транспортная сеть на базе оборудования SDH производства фирмы ESI, которая охватывает весь город. Синхронные цифровые мультиплексоры узлов сети установлены в зданиях АТС ИГТУС и связаны друг с другом магистральными волоконно-оптическими кабелями.. Транспортная SDH-сеть построена как двунаправленное самовосстанавливающееся кольцо, так как именно этот режим работы позволяет обеспечить достаточную пропускную способность сети SDH для передачи трафика со 100%-м резервированием в случае аварийного режима.

Сеть SDH кольцевой структуры уровня STM-16 построена с четырьмя сетевыми узлами при шестизначной системе нумерации. Схема существующей сети SDH приведена на рис. №2.

Производительность сетевых структур SDH составляет 2500, 622 и 155 Мбит/с. Все сетевые элементы управляются из единого центра управления, что позволило

## 2.4 Комплексная сеть SDH+ATM

Топологически сеть SDH состоит из первичного кольца со скоростью передачи 2,488 Гбит/с (STM-16) и периферийных колец со скоростью передачи155,5 Мбит/с и 622 Мбит/с (STM-4).

Кольцевая структура и резервирование магистральных оптоволоконных линий обеспечивает связность сети при авариях на магистралях и бесперебойность передачи данных.

Проектируемая сеть обеспечивает предоставление абонентам широкого спектра услуг по передаче различных видов цифровой информации (в единой технологии передается речь, видео, данные), базирующаяся на технологии АТМ.

Сочетание технологии АТМ и СЦИ и является основой для построения ШЦСИО, на такой сети виртуальными становятся не только транзитные соединения, но и сами каналы и тракты (пути). Кроме того, нельзя не отметить еще одну явную тенденцию интеграции аппаратуры транспортных сетей и сетей доступа: в одной и той же аппаратуре имеются порты для подключения различных абонентских терминалов, локальных и городских вычислительных сетей, автоматических телефонных станций и т.д. наряду с портами для сигналов синхронных модулей СЦИ.

# 3. Обоснование выбора проектируемой широкополосной сети

По данным статистики [1],что среднегодовые темпы прироста емкости телефонных сетей составляют 4...5%, сетей передачи данных – 20...25%, факсимиле – 40...50%, локальных сетей 50% и более. Рекордсменом является глобальная вычислительная сеть Интернет, трафик которой увеличивается на 20...25% каждый месяц.

Развитие современных научно-практических достижений в области телекоммуникационных сетей идет в настоящее время в направлении создания ШЦСИО. По результатам научных исследований, подкрепленными научными результатами, наиболее эффективно реализует услуги ШЦСИО технология базирующаяся на новом способе транспортирования информации, получившего наименование асинхронного режима переноса (Asunchronous Transfer Mode – АТМ) [1,3]

## 3.1 Технология АТМ

Технология АТМ обеспечивает:

* транспортирование всех видов информации (речи, музыки, подвижных и неподвижных изображений, данных) в виде пакетов фиксированной длины – ячеек;
* выделение пользователю в каждый момент времени только того ресурса пропускной способности сети, который ему необходим;
* поддержку интерактивных (диалоговых) служб и служб распределения информации, а также служб с установлением и без установления соединения;
* передачу как непрерывного, так и пачечного трафика, что за счет мультиплексирования позволяет эффективно использовать сетевые ресурсы.

### 3.1.1 Мультипротокольный режим передачи через АТМ

Мультипротокольный (MPOA – Multiprotokol Over ATM) режим передачи через АТМ дает возможность осуществлять маршрутизацию протоколов IP (Internet Protokol –межсетевой протокол). Подобно классическому межсетевому протоколу через АТМ и эмуляции локальных вычислительных сетей [1,2] мультипротокольный режим работы через АТМ обеспечивает мостовое соединение канального уровня ВОС по виртуальной подсети. Фактически мультипротокольный режим передачи через АТМ использует технологию эмуляции локальныой вычислительной сети для обеспечения соединения мостового типа, но в отличие от классического межсетевого протокола через АТМ и эмуляции ЛВС при мультипртокольном режиме передачи через АТМ между виртуальными подсетями осуществляется маршрутизация без использования традиционных маршрутов.

Мультипротокольный режим передачи через АТМ состоит из двух компонентов: серверов маршрутизации (Route Servers), которые в технической литературе также принято называть серверами МРОА;

оконечных устройств (Edge Devices), которые также называют клиентами МРОА.

В качестве оконечных устройств могут выступать:

* граничные коммутаторы, отправляющие пакеты и ячейки АТМ между ЛВС или сетями АТМ;

- сетевые интерфейсные платы, передающие пакеты и ячейки АТМ между подключенными к АТМ устройствами и сетями.

Серверы маршрутизации выполняют следующие основные функции:

* поддерживают таблицы маршрутизации;
* вычисляют маршруты для оконечных устройств;
* обеспечивают взаимодействие с традиционными маршрутизаторами и другими серверами маршрутизации.

Серверы маршрутизации могут не представлять собой отдельные устройства. Функции серверов маршрутизации в совокупности образуют систему распределенной маршрутизации, определяют куда необходимо отсылать ячейки, а оконечные устройства их передают по сети АТМ. На рис.3.1.1.1 изображен мультипротокольный режим передачи через АТМ.



Рис.3.1.1.1 Схема работы мультипротокольного режима работы через АТМ рабочей станции традиционной ЛВС с рабочей станцией АТМ с установлением виртуального соединения

Рабочие станции, локальные вычислительные сети и серверы подключены к оконечным устройствам (элементам MPOA), которые в свою очередь соединены с сетью АТМ и могут соединяться друг с другом с помощью постоянных или коммутируемых виртуальных соединений [4]

Если рабочей станции локальной вычислительной сети, необходимо связаться с подключенным к АТМ устройству, под которым может пониматься рабочая станция ЛВС АТМ, сервер АТМ или любое другое стандартное широкополосное терминальное устройство, рабочая станция ЛВС посылает пакет оконечному устройству, которое проверяет МАС – адрес получателя (или адрес пакета сетевого уровня), а затем ищет соответствующий ему адрес АТМ. Если оконечное устройство (клиент МРОА) не найдет адрес АТМ, то запрашивает его у сервера маршрутизации.

Если сервер маршрутизации знает АТМ-адрес, то он сообщает его клиенту МРОА. В противном случае, используя тот или иной протокол маршрутизации (RIP – Routing Information Protocol, OSPF – Open Shortest Path First, NHRP – Next Hop Routing Protocol, IPNNI – Integrated Private Network Interface), сервер маршрутизации связывается с другими маршрутизаторами

Узнав АТМ-адрес, оконечное устройство (клиент MPOA) устанавливает виртуальное соединение со станцией получателя даже в случае, если станция назначения находится в другой подсети. Это виртуальное соединение устанавливается напрямую, а не через сервер маршрутизации. Такой процесс принято называть однопролетной маршрутизацией (One – Hop Routing).

Такая однопролетная маршрутизация дает возможность пользователям взаимодействовать на максимально допустимой скорости, так как исключает из процесса передачи сервер маршрутизации.

Однако при передаче одиночных пакетов или сообщений с малым объемом данных процесс установления виртуального соединения может занять более длительный интервал времени, чем сама передача. Предоставление услуг без установления соединения находится, как говорилось ранее, выше уровня АТМ. Использование так называемой последовательной маршрутизации (Hop-by-Hop Routing) позволяет обойтись без установления соединений. Ячейки оконечным устройствам передаются серверу MPOA, а он передает их оконечному устройству, к которому подключен адресат.

Таким образом, можно отметить, что мультипротокольный режим передачи через АТМ предоставляет пользователям намного больше возможностей чем классический межсетевой протокол через АТМ является, технологией сетевого уровня согласно эталонной модели протоколов взаимодействия открытых систем, то он имеет доступ к такой информации сетевого уровня как характеристики трафика и качество обслуживания. При установлении виртуального соединения эта информация может использоваться для определения оптимального маршрута между оконечными устройствами (клиентами MPOA) в зависимости от требуемого качества обслуживания, которое запрашивает терминал источника информации.

Мультипротокольный режим передачи через АТМ дает возможность ныне существующим локальным вычислительным сетям взаимодействовать друг с другом, используя, с одной стороны, все выгоды, которые предоставляет маршрутизация, а с другой стороны, получить скорости обмена, которые могут предоставить только широкополосные цифровые сети интегрального обслуживания на технологии АТМ.

Стандарты MPOA рассчитаны на максимальное использование преимуществ АТМ, в том числе на возможность динамического изменения полосы пропускания сети с использованием прямых коммутируемых виртуальных каналов и гарантированного качества обслуживания (QoS) [2]. Кроме того, стандарты MPOA, обеспечивающие совместимость с протоколами сетевого уровня, позволят прикладным программам взаимодействовать между собой через существующие ЛВС и через сети АТМ. Спецификация многопротокольной передачи данных поверх (или) через АТМ, определяет стандартный подход к поддержке таких протоколов как IP и IPX на магистралях АТМ. Благодаря тому, что протоколы MPOA позволяют создавать виртуальные маршрутизаторы над коммуникационной средой АТМ, открываются возможности для разработки нового поколения архитектур интерсетей, в которых маршрутные функции будут реализованы гораздо эффективнее и дешевле, чем с помощью сегодняшних пакетных маршрутизаторов. Передача пакетов в MPOA передача пакетов осуществляется коммутаторами со стороны сети (пограничными устройствами), в то время как вычисление маршрута производится на отдельном сервере. Специальные протоколы обеспечивают синхронизацию коммутаторов и сервера маршрутизации. Такие устройства в сочетании с коммутаторами АТМ и средствами прямого соединения на сетевом уровне через инфраструктуру АТМ обеспечивают гибкую реконфигурацию аппаратных средств (добавление, перемещение, изменение), упрощенное управление структурой сети, повышенную степень безопасности. Таким образом, суть распределенной маршрутизации состоит в том, чтобы осуществить ее ближе к пользователям, на выходе из локальной сети. Ее функции возлагаются на недорогие многоуровневые коммутаторы и устройства доступа, соединяющие локальные сети с магистралью АТМ.

### 3.1.2 Возможности с распределенной маршрутизации

Сеть с распределенной маршрутизацией имеет практически неограниченные возможности для дальнейшего расширения. Каждый новый маршрутизатор, добавляемый к такой сети одновременно с новыми рабочими станциями, пропорционально увеличивает ее "интелект" и отказоустойчивость. Именно это свойство технологии АТМ позволяет создавать на ее основе крупнейшие вычислительные сети, отдельные из них объединяют до нескольких тысяч рабочих станций. При этом такая сеть чрезвычайно проста по своей структуре и протокольно независима, не говоря уже о возможностях по передаче других типов трафика (помимо компьютерных данных).

## 3.2 Технология мультимедиа

В настоящее время с возрастающей потребностью и спросом на мультимедийные услуги назрел вопрос строительства мультисервисной сети в г. Иркутске. В следствии чего организуется ядро сети с использованием технологии АТМ пропускной способностью 155 Мбит/с, а в качестве транспортной сети используется существующая сеть SDH. Естественно одним ядром и магистралью не обойтись с внедрением широкополосного мультисервисного ядра и появлением все новых сервисов Интернет, спросом на рынке новых услуг таких как организация выделенных защищенных корпоративных сетей (VPN), подключение УПАТС, интегрированные на IP услуги телефонии и видеоконференций, а в дальнейшем при достижении критической массы пользователей мультисервисной сети и развитию контенпровайдеров услуги ТВ, радио (мультикастинг), видео по запросу. Все это требует наличия скоростного канала от клиента до ближайшего узла мультисервисной сети.

### 3.2.1 Краткое описание преимуществ технологии АТМ

Основное достоинство АТМ – это последовательная реализация метода асинхронно-адресной системы передачи и коммутации, позволяющая объединять различные типы трафика в единый поток и тем самым обеспечивать высокую эффективность использования пропускной способности канала. При этом в АТМ отработаны механизмы управления – система мер по снижению тех недостатков, которые присущи статистическому мультиплексированию.

Технология АТМ предоставляет операторам сетей уникальные возможности по обеспечению высокой гибкости и адаптируемости сети к изменению уровня требований пользователей к качеству обслуживания, так и появлению новых служб, требования которых к семантической и временной прозрачности сети еще четко не определены. Повышает эффективность использования сетевых ресурсов, а также снижает затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию сети, и на разработку сетевого оборудования, так как создается и эксплуатируется одна сеть вместо множества вторичных сетей.

Гибкость технологии подтверждается тем, что АТМ, задуманная изначально как самодостаточная, в короткие сроки адаптировалась к широкому спектру транспортных технологий доступа, интерфейсы АТМ позволяют поддерживать значительную часть услуг передачи данных канального уровня с различными не АТМ-протоколами (Frame Relay, X.25,xDSL), а также трафик протоколов IP, IPX внутри единой инфраструктуры.

Технология АТМ наиболее эффективна при переходе от TDM-сетей к пакетным мультисервисным сетям, и дает возможность оптимально реализовать универсальные транспортные узлы в точках перехода от корпоративных сетей к уровню сетей общего пользования и в точках объединения нескольких сетей общего пользования [5]

Мультисервисные сети на базе технологии АТМ обладают рядом преимуществ – пачечная природа трафика, концепция гибкой полосы пропускания, обеспечение требуемого качества обслуживания, что делает их наиболее экономически эффективным решением для построения крупномасштабных корпоративных сетей и в перспективе позволяет заменить существующие базовые сети с различными протоколами единой широкополосной сетью.

Благодаря технологии АТМ все коммутационное оборудование становится однородным, решающим для всех видов информации одну задачу – задачу быстрой коммутации фиксированных пакетов, получивших название ячеек, и асинхронного временного разделения ресурсов, при котором множество виртуальных соединений с различными скоростями асинхронно мультиплексируются в едином физическом канале связи – цифровом тракте.

В настоящее врем, с возрастающей потребностью и спросом на мультимедийные услуги назрел вопрос строительства мультисервисной сети в г. Иркутске. Сейчас, на данном этапе, в Иркутске развивается и идет строительство магистральной мультисервисной мультипротокольной, многофункциональной сети. Организуется ядро сети с использованием технологии АТМ и пропускной способностью 155 Мбит/с, а в качестве транспортной системы используется существующая сеть SDH. Естественно одним ядром и магистралью не обойтись, с внедрением широкополосного мультисервисного ядра и появлением все новых сервисов Интернет, спросом на рынке новых услуг таких как организация выделенных защищенных корпоративных сетей (VPN), подключение УПАТС, интегрированные на IP услуги телефонии и видеоконференций, а в дальнейшем при достижении критической массы пользователей мультисервисной сети и развитию контентпровайдеров услуги ТВ, радио (мультикастинг), видео по запросу. Все это требует наличие скоростного канала от клиента до ближайшего узла мультисервисной сети.

Однако технология мультимедиа накладывает ряд существенных ограничений на использование телекоммуникационных систем:

* использование обычной аналоговой телефонной сети общего пользования и современных модемов практически невозможно, так как они не обеспечивают необходимого качества видеоизображения и звука;
* узкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания обеспечивает только передачу звука среднего качества, неподвижного изображения (монохромного или с очень ограниченной цветовой палитрой) и низкокачественного подвижного изображения, представляющего собой низкоскоростную последовательность неподвижных кадров;
* при реализации мультимедиа нельзя получить высококачественное изображение стерео вещания.

Поэтому с развитием ядра необходимо развивать и широкополосную сеть доступа [2].

Все это позволяет сделать вывод, что АТМ – это наиболее перспективная высокоскоростная технология для построения широкополосной цифровой сети интегрального обслуживания, на основе которой могут строиться как сети доступа, так и транспортные сети.

Оборудование АТМ внедряется, прежде всего, в транспортные и оборудование доступа (граничные коммутаторы) и должны обеспечивать поддержку как существующих, так и появляющихся служб. Большим преимуществом сетей на технологии АТМ является их гибкость, позволяющая поддерживать как все существующие, так и перспективные службы. Хотя технология АТМ и ориентирована на соединения, она обладает достаточно гибкими возможностями переноса информации всех служб, включая и службы, не ориентированные на соединение (службы CL – Connectionless).

## 3.3 Качество обслуживания в сетях АТМ

Технология АТМ позволяет пользователям указывать полный набор запрашиваемых параметров качества обслуживания. Коммутаторы АТМ и сетевые адаптеры предоставляют пользователям доступ к различным классам обслуживания, которые определяются совокупностью параметров качества обслуживания. С появлением пользовательского интерфейса UNI 4.0 появилась возможность прямой установки значения каждого параметра. Эта версии позволяет пользователям указывать конкретные значения параметров качества обслуживания в рамках каждого класса. Отличие в том, что уже не нужно выбирать определенный класс обслуживания с предопределенными сетевым администратором параметрами качества обслуживания. Это снимает проблемы совместимости между различными провайдерами услуг АТМ, так как администраторам разных сетей не придется согласовывать параметры качества обслуживания. Эта задача будет возлагаться на конкретные приложения.

### 3.3.1 Параметры качества обслуживания

Форум АТМ определил три параметра, которые должны быть согласованы при установлении соединения. К ним относятся:

- время задержки при передаче ячеек (Cell Transfer Delay – CTD) – максимальное время передачи ячейки от одного узла к другому. Э тот параметр зависит от задержек при передаче и времени нахождения ячеек в очередях коммутаторов АТМ;

- вариация задержки (Cell Delay Variation – CDV) отражает разницу между максимальным и минимальным временем передачи ячейки между узлами. Эта величина зависит от числа виртуальных соединений, мультиплексируемых в один физический канал. Кроме того, на нее влияет изменение времени задержки ячеек в очередях коммутаторов;

- процент потерянных ячеек (Cell Loss Ratio –CLR) зависит от качества конкретного физического канала и алгоритма, заложенного в коммутатор для устранения перегрузок.

Форум АТМ определил четыре класса качества обслуживания:

- первый класс обеспечивает выполнение требований служб класса А. Этот класс обслуживания, должен предоставлять характеристики, сопоставимые с параметрами цифровых каналов;

- второй класс, обеспечивает выполнение требований служб класса В. Предназначен для мультимедийных приложений и предоставляет произвольную скорость передачи;

- третий класс обеспечивает выполнение требований служб класса С. Предназначен для технологий, ориентированных на соединения;

- четвертый класс обеспечивает выполнение требований служб класса D. Предназначен для технологий. Работающих без установления соединения.

Для уменьшения количества протоколов уровня адаптации АТМ выделено три признака, по которым проведена классификация приведенных служб: существует ли временная зависимость между абонентами, постоянная или изменяющаяся скорость передачи используется, необходимо ли устанавливать соединение или можно работать без установления соединения. Типичным примером класса службы А является передача речи или видео с постоянной скоростью. В АТМ службу этого класса называют эмуляцией канала. Служба класса В работает с источниками трафика с изменяющейся скоростью передачи (например, передача подвижных изображений). Служба С ориентирована на соединение и работает с источниками с изменяющейся скоростью передачи. Служба класса D предназначена для работы без установления соединения.

### 3.3.2 Основные службы услуг

На основе классов качества обслуживания Форум АТМ определил пять основных служб или услуг, предоставляемых сетью АТМ:

* передачу с постоянной скоростью (Constant Bit Rate – CBR);
* передачу в реальном времени с переменной скоростью (real-time Variable Bit Rate – rtVBR);

- передачу с неопределенной скоростью (Unspecified Bit Rate – UBR);

- передачу с доступной скоростью (Available Bit Rate – ABR).

Коммутатор и конечные станции в сети АТМ заключают соглашения по пропускной способности и задержкам в соединении до того момента, как оно будет установлено. То есть до установления соединения должно быть выполнено согласование трафика, или, иными словами, заключение соглашения, которое называется трафик контрактом.

Когда коммутатор получает запрос на установление виртуального соединения, он выполняет процедуру, называемую контролем за установлением соединения (Connection Admission Control, CAC). Коммутатор, выполняющий процедуру CAC, проверяет наличие доступных ресурсов в канале, или порте, через который поступил запрос на установление соединения. Требования, указанные в запросе, сравниваются с доступными ресурсами (пропускной способностью, вариацией задержки и т.д.) этого порта коммутатора. Если коммутатор не способен поддержать выдвигаемые требования, он блокирует процесс соединения, генерирует специальный ответ и возвращает его отправителю или предыдущему коммутатору в пути. Версии пользовательского интерфейса UNI 3.0/3.1 позволяют приложениям запрашивать определенный класс обслуживания во время установления виртуального соединения. Приложения при запросе класса обслуживания должно указать характеристики трафика, которые ему нужны. К таким характеристикам относятся пиковая и средняя скорости передачи ячеек, терпимость к дрожанию и т.д. Классы обслуживания, которые устанавливаются административно, определяют конкретное качество обслуживания, например: максимально допустимую задержку и коэффициент потери ячеек. Сеть будет игнорировать запрос на установление соединения, если требуемый класс обслуживания не может быть поддержан (не затрагивая уже существующее соединения). Приложение может повторить свой запрос позже, требуя тот же самый или другой класс обслуживания. Следует отметить, что после установления соединения оговоренный класс обслуживания не может быть изменен.

### 3.3.3 Уровни адаптации

Уровень адаптации АТМ отвечает за взаимодействие между уровнем АТМ и более высокими уровнями. При перемещении информации вниз в модели АТМ уровень адаптации разбивает пользовательскую информацию на единицы данных длиной до 48 байт, которые затем используются для формирования поля полезной нагрузки ячейки АТМ. На пути вверх в модели АТМ происходит сборка поступающих ячеек, при которой происходит восстановление пользовательской информации

На уровне адаптации могут происходить различные процессы, которые напрямую зависят от типа трафика в сети. Введение этого уровня позволяет сделать сеть не зависящей от вида трафика. Уровень ограждает верхние и нижние уровни от несвойственных им функций. Так, например, он позволяет снять с коммутаторов функции фрагментации и сборки, передав их на конечные станции. Уровень адаптации состоит из двух подуровней: подуровня схождения (Convergence Sublayer, CS) и подуровня сегментации и сборки (Segmentation and Reassembie, SAR).

Разные виды трафика предъявляют разные требования к сети. Например, при передаче аудиоинформации требуется постоянный поток; видео информация критична к временным задержкам; передача данных обычно носит непостоянный характер и допускает некоторые задержки и т.д. Различные уровни адаптации АТМ предназначены именно для предоставления возможности любому виду трафика передаваться с теми характеристиками, которые ему необходимы. Введены несколько уровней адаптации:

* AAL1;
* AAL3/4;
* AAL5

Помимо перечисленных уровней существует уровень AAL2, который был разработан с целью обеспечения переменной скорости для синхронного, чувствительного к задержкам трафика со сжатым видео. В настоящее время эта функция выполняется

Уровень адаптации АТМ состоит из четырех протоколов (называемых протоколами AAL)

Для наглядности уровень адаптации АТМ можно представить так, как показано на рисунке 3.3.3.1



Каждый уровень адаптации характеризуется двумя основными параметрами: скоростью передачи (постоянная или переменная) и режимом соединения (с установлением или без установления виртуального соединения).

Постоянная скорость передачи используется в приложения, требующих согласования между отправителем и получателем и не допускающих задержек, - например. Передача голоса. Переменная скорость позволяет адаптироваться к требованиям приложения. Такой режим идеально подходит для передачи данных, которая терпима к задержкам.

Режим с установлением соединения использует детерминированный метод доступа, похожий на телефонный вызов, где соединение устанавливается после вызова и сохраняется до окончания разговора. Для установления соединения используются специальные ячейки, содержащие адресную информацию. Установление соединения использую уровнями AAL3/4, AAL5 и работает совместно с протоколом эмуляции локальных сетей.

### 3.3.4 Физический уровень

Физический уровень является самым нижним уровнем в модели АТМ и определяет физический интерфейс, через который работает уровень АТМ. Иными словами это интерфейс между потоком ячеек и физической средой передачи. Данный уровень берет на себя заботу о контроле за ошибками, согласовании скоростей передачи, упаковку ячеек в соответствующие транспортные кадры. Как следствие, следующий уровень – уровень АТМ – полностью не зависит от используемого механизма передачи. Физический уровень в модели АТМ делится на два подуровня: подуровень согласования с системой передачи и подуровень физической среды.

В настоящее время определено несколько скоростей передачи для АТМ – от 1.544 Мбит/с до 2.4 Гбит/с. Основное различие между спецификациями для локальных и глобальных сетей состоит, в основном, в физической среде передачи. Интерфейсы глобальной сети основаны на одномодовом оптоволоконном или коаксиальном кабелях, в то время как для интерфейсов локальной сети рекомендовано использование многомодового оптоволоконного кабеля и витой пары.

### 3.3.5 Уровень АТМ

Функции уровня АТМ полностью не зависят от процессов, происходящих на физическом уровне. Основная задача этого уровня состоит в подготовке данных, получаемых с уровня адаптации АТМ, для передачи в сеть. По сути дела, уровень АТМ организует транспортный механизм. Информационными единицами на данном уровне являются ячейки. К ячейкам данных по 48 байт, получаемых с уровня адаптации АТМ, на этом уровне добавляются заголовок с идентификатором виртуального соединения.

# 4. Характеристика проектируемой сети

Возможность использования, перспективной цифровой сети SDH г. Иркутска, для создания наложенной цифровой сети интегрального обслуживания на технологии АТМ. Что позволяет объединить различные территориально разнесенные объекты в единую сеть, позволяющие сочетать в себе традиционные технологии и новые подходы к созданию цифровых сетей, обеспечит в возможность обмена между пользователями любыми видами информации (данные, телефония, видеоизображения), повысив при этом эффективность использования капитальных вложений на строительство сети. Схема АТМ сети представлена на рис. 4.1.



В рамках единой транспортной сети сформирована наложенная сеть АТМ.

Сетевое решение показано на рисунке 4.2. Оно основано на применении коммутаторов ForeRunner ASX-1000, ASX-200BX, производства фирмы Fore Systems. Соединение сетевых модулей коммутаторов ForeRunner ASX-200BX и ASX-100 с SDM-16 будет осуществляться по стандарту ОС-3с/STM-1 (155 Мбит/с) витой медной парой категории 5. Коммутатор ASX-1000 устанавливается в центральном узле АТМ сети, в автозале Центрального Телеграфа цеха цифровых систем передачи данных. ASX-200BX устанавливаются, как это видно из схемы, в центральных узлах SDH кольца в помещениях АТС. Коммутаторы ASX-1000 и ASX-200BX в сочетании с модульным устройством CellPath300 и модуль ForeRunner Voice, который непосредственно вставляется в коммутаторы, и многопротокольныйх коммутаторов PowerHub позволяет решить все задачи сопряжения АТМ с традиционными вычислительными сетями. Коммутатор PowerHub 800, который позволяет при небольших затратах труда значительно увеличить полосу пропускания ЛВС без замены существующей сетевой инфраструктуры. Это устройство сочетает в себе функции как коммутатора третьего уровня локальных сетей Ethtrnet/FastEEthernet, так и устройства доступа в FDDI/ATM магистрали. Кроме того, PowerHub работает в качестве сервера LAN-эмуляции и выполняет службу МРОА (multiprotocol over ATM), разгружая коммутатор, и выполняет ряд специфических служб маршрутизации в ATM магистрали. Простое управление коммутатором может осуществляться как из единой программы управления ForeViev, так и с терминала. Для обеспечения доступа с удаленных сетей не АТМ трафика применяются мультиплексоры CellPath300. Это модульное 8-ми слотовое устройство с горячей заменой интефейсных модулей и резервным источником питания. Пользователь имеет возможность коммутировать между собой АТМ потоки STM1/OC3c, E3/T3, E1/T1, DX1, FUNI (последние два со скоростями Nx64 кбит/с и не АТМ трафик, такой, как Frame Relay, HDLC, SMDS (интерфейсы V35, HSSI, E1, E3), Circuit Emulation (V35, E1). Для Frame Relay осуществляется Service Interworking согласно FRF.8. Сильной стороной CtllPath300 является возможность гибкого распределения полосы.

Во-первых, это передача данных как VBR трафика. Во-вторых, CellPath позволяет динамически выделять полосу для приложений, использующих другие порты. В-третьих, для приложений использующих пакетную передачу данных, используется механизм Early Packet Discard для управления трафиком. Это позволяет значительно повысить производительность сети при перегрузке какого-либо порта, так как ячейки отбрасываются мультиплексором не хаотичным образом, а группами, составляющими один пакет.

Это интеллектуальные устройства, обеспечивающие равномерную загрузку сети, автоматическую маршрутизацию, а также которые обеспечивают доступ к магистральным и локальным сетям АТМ. А, устройство доступа к магистрали для не – АТМ оборудования применены мультиплексоры той же фирмы FORE Systems серии CellPath для подключения к глобальным вычислительным сетям способные обрабатывать данные от офисных АТС. Ядром АТМ являются магистральный коммутатор ASX-1000. Устройство, которое предусматривает интелектуальное секционирование. Это означает, что практически все его компоненты (источники питания, сетевые модули, вентиляторы (ASX-1000), процессоры управления коммутацией (SCP) и коммутирующие матрицы) можно заменять оперативно – удалять из системы или вставлять в нее в «горячем» режиме, не прерывая работы устройства, что сводит к минимуму время простоя при обслуживании коммутатора, обеспечивает наращивание сети и позволяет пользователям модернизировать отдельные компоненты, а не заменять всю систему. Благодаря своей уникальной архитектуре коммутации, ASX-1000 обеспечивает дополнительные возможности резервирования. Каждая коммутирующая матрица имеет отдельный процессор управления коммутацией (SCP), и отказ SCP или коммутирующей матрицы не повлияет на остальной процесс коммутации – устройство будет продолжать функцианировать. В конфигурацию каждой коммутирующей матрицы можно включить резервные прцессы SCP. Коммутаторы предусматривают также мониторинг «окружающей среды», температуры, состояния вентилятора (ASX-1000) и напряжения питания. Коммутатор ASX-1000 обладает возможностью установки модулей синхронизации. Модуль ASX Timing Control Module (TCM) доступен как в исполнении Stratum 4, так и Stratum 3 и соответствует стандартам Belcore и ANSI по синхронизации. Модуль TCM может задавать синхронизацию для всей сети или получать сигнал синхронизации от внешнего источника BITS. Также модуль TCM обеспечивает переход от первичного источника к вторичному без потери качества синхронизации. АТМ-коммутаторы семейства ForeRunner предусматривают наиболее полную буферизацию, буферы сверхвысокой емкости (до 65536 ячеек на порт), ведение очередей для каждого виртуального канала (VC), отмену передачи на уровне пакетов, двухсекционное промежуточное сохранение, полный набор статистических счетчиков и пороговых значений, явное (ER) аппаратное управление потоком трафика ABR. Средство ForeThought Bandwidth Management позволяют передавать в сети трафик VBR и высокоприоритетный трафик CBR, чувствительный к задержкам (например, видио и речь в реальном времени), так, чтобы на него не влиял неравномерный трафик ABR и UBR. ASX-1000-первый корпоративный АТМ-коммутатор, имеющий буферы более чем на 1000000 ячеек. Эти средства имеют большое значение для уменьшения нагрузки на сеть, качественного управления каналами глобальных сетей и соединениями с серверами в локальных сетях, обеспечивающего защиту от перегрузки. Трудно представить, как без функций ForeThought Bandwidth Management можно было управлять соединением в ЛС 155 Мбит/с для обмена с линией Т1/Е1 или DS2/E3. Коммутаторы ASX-200BX и ASX-1000 поддерживают большое число интерфейсов АТМ локальных и глобальных сетей, включая 155 Мбит/с SONET/SDH (по UTP категории 5 и волоконно-оптическому кабелю), 25 Мбит/с, Т1, Е1, Е2, DS3, E3,CES (Circuit Emulation Services) и 622 Мбит/с OC-1 2c/STM4c. Аппаратные средства ASX-1000 способны поддерживать интерфейсы 2.5 Гбит/с JC-48c/STM-1с. Коммутаторы ASX-200BX и ASX-1000 поддерживают стандарты АТМ FORUM, и ITU (CC1TT). Коммутаторы ASX-200DX и ASX-1000 соответствует спецификации User Network Interfase (UNI) 3.1, спецификациям системы передачи сигналов, адресации (OSI NSAP), управления трафиком и сетью (UPC Policing) и сетью (ILMI и SNMP MIB). Данные магистральные коммутаторы поддерживают также сервис Classical IP (RFC-1577 и LAN Emulation v1.0 (средства LANE встроены в каждый АТМ коммутатор ForeRunner). Во избежание затрат на покупку отдельных устройств доступа рекомендуется использовать модуль ForeRunner Voice Emulation Service для непосредственного подключения АТС, мультиплексоры, видео кодеры. к портам коммутаторов 6-ти Е1. Коммутаторы устанавливаются в помещении ЛАЦ на узловых станциях.

Для подключения к АТМ мощных серверов предусматриваются адаптеры ForeRunner 200E, они обеспечивают обмен данными со скоростью 155 Мбит/с как по многомодовому волоконно-оптическому кабелю, так и по витой паре категории 5. Эти адаптеры используют процессор i960 и усовершенствованную архитектуру обработки ячеек. Функции сборки-разборки пакетов и интерфейсов с конкретным типом шины обеспечиваются специализированными микросхемами. Функционирование сети и предоставление услуг прикладным программам осуществляется на основе многоуровневой модели коммутации.

# 5. Нумерация и адресация в сетях АТМ

## 5.1 Общие положения

Для установления коммутируемых виртуальных соединений в сети АТМ необходимо каждому интерфейсу подключение оборудования АТМ к сети АТМ назначить адрес АТМ оконечной системы AESA (ATM End System Address). В качестве базового формата AESA используется структура адреса Netwok Service Access point (NSAP), разработанная для открытых систем. На основе NSAP Форум АТМ специфицировал три вариантаAESA: NSAP E.164, NSAP DCC (Data Country Code), NSAP ICD (International Code Designator). Эти форматы AESA зависят от международной организации, ответственной за выделение идентифицирующих кодов организаций или стран, регулирующих адреса АТМ в национальных сетях.

В формате NSAP E.164 идентифицирующие коды для этого формата выделяются МСЭ-Т. Для нумерации сетевых объектов используется формат номера в соответствии с Рекомендацией МСЭ-T E.164.

В формате NSAP DCC идентифицирующие коды выделяются ISO.

В формате NSAP ICD идентифицирующие коды выделяются Институтом стандартов Великобритании.

В рекомендациях МСЭ-Т предусматривается использование в сети АТМ двух из указанных форматов AESA: NSAP E.164 и NSAP DCC.

## 5.2 Форматы адреса АТМ оконечной системы

Адрес AESA имеет длину 20 октетов и включает поля (рис. 2.1):

* идентификатор формата адреса (AFI) (1октет);
* идентификатор начальной части области/домена (IDI) (в формате NSAP E.164 занимает 4 октета, в формате NSAP DCC – 2 октета);
* старшие октеты специальной части области/зоны (HO-DSP) (в формате NSAP E/164 занимает 4 октета, в формате NSAP DCC – 10 октетов);
* идентификатор оконечной системы (ESI) (6октетов);
* селектор SEL (1 октет).

Идентификатор формата адреса (AFI) определяет тип формата AESA (NSAP DCC), а также является ли данный адрес групповым или индивидуальным. Значения AFI приведены в табл. 5.1.

Идентификатор начальной части области/домена (IDI) определяет страну, ответственную за структуру и значения поля HO-DSP.

Поле HO-DSP содержит адресную информацию, используемую для маршрутизации по сети АТМ. Структуру HO-DSP определяет национальная администрация связи.



Рисунок 5.2.1 Формат адреса NSAP E.164 (а) и NCAR DCC(б)

Таблица 5.2.1 Значения AFI для индивидуального и группового адреса AESA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| AFI | Индивидуальный адрес | Групповой адрес |
| Е.164 | 45 | C3 |
| DCC | 39 | BD |

Идентификатор оконечной системы (ESI) определяет устройство в сети пользователя, подключенной к сети АТМ. В случае если сеть средств пользователя представляет собой локальную сеть, поле ESI будет содержать IEEE MAC адрес одного из ее устройств.

Селектор SEL не используется при маршрутизации в сети АТМ. В формате NSAP E.164 поле Е. 164 представляет собой номер Ш-ЦСИО. Вопрос регулирования номеров в Ш-ЦСИО в МСЭ-Т в настоящее время не решен, поэтому применение этого формата в данной редакции документа не рассматривается.

## 5.3 Формат адреса оконечной системы NSAP DCC АТМ общего пользования в России

Согласно документу ISO 1366 значение кода IDI для России равно 643.

Поле HO-DSP для сетей общего и ограниченного пользования включает следующие поля (рис.5.2.)

* х1х2 - поле кода организации (1 октет);
* х3х4х5х6х7х8 – поле кода оператора магистральной сети ограниченного пользования (2 октета);
* х9х10х11х12 – поле кода точки подключения к магистральной сети или сети ограниченного пользования (2 октета);
* х13х14х25х16 – поле кода точки подключения к региональной сети (2 октета).

Значение поля кода организации соответствует коду организации, которая осуществляет распределение кодов операторов магистральной сети или ограниченного пользования идентифицирует оператора сети АТМ и выделяется централизованно по заявкам оператора.

Значения полей кодируются десятичными цифрами, каждая цифра занимает 4 бита.

Выделение кода точки подключения к магистральной сети или сети АТМ ограниченного пользования осуществляется по заявкам операторов региональных сетей АТМ самим оператором магистральной сети или сети АТМ ограниченного пользования в рамках имеющегося у оператора резерва номерной емкости.

Выделение кода точки подключения к региональной сети АТМ по заявкам абонентов осуществляется самим оператором региональной сети АТМ в рамках имеющегося у оператора резерва номерной емкости.



Рисунок 5.3.1 формат адреса АТМ для сетей общего пользования России.

## 

## 5.4 Взаимодействие сетей АТМ различных операторов, использующих разные форматы адреса AESA

Взаимодействие сетей АТМ разных операторов, использующих разные форматы AESA, должно осуществляться через B-ICI. При этом необходимо, чтобы выполнялись следующие требования:

* сетевые узлы взаимодействующих сетей АТМ должны распознавать формат адреса AESA, отличающихся от формата, используемого в данной сети;
* AESA с не используемым в данной сети форматом должен передаваться между сетевыми узлами АТМ без обработки;
* В статистических маршрутных таблицах сетевых узлов должно быть указано к какому сетевому узлу с B-ICI, обеспечивающему взаимодействие сетей, нужно маршрутизировать вызовы с не используемым в данной сети форматом адреса AESA.

Пример взаимодействия сетей АТМ различных операторов, использующих разные форматы адреса AESA, показано на рисунке 5.4.1.

В сети оператора 1 используется адрес в формате Е. 164 NSAP, а в сети АТМ оператора 2 – DCC NSAP. При установлении соединения между абонентами сетей 1 и 2 узел А, распознав, что соединение устанавливается с не используемым в данной сети форматом адреса, маршрутизирует вызов к сетевому узлу В по предопределенному маршруту. Узел В является шлюзом, обеспечивающим взаимодействие сети АТМ оператора 1 с сетью АТМ оператора 2. В сети АТМ оператора 2 вызов маршрутизируется адресу вызываемого абонента.



# 6. Техникоэкономические показатели

Целью работы основных технико-экономических показателей и бизнес-плана является оценка эффективности разработанных инженерно-технических решений по развитию местной связи в г. Иркутске. В рамках выполнения настоящей работы рассмотрена разработка широкополосной сети доступа с использованием SDH в г. Иркутске.

Бурно растет спрос на новые виды услуги – мультимедиа, передача данных больших массивов и т.д. Таким образом, представленные выше данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития местной связи в г. Иркутске на базе широкополосной сети доступа АТМ технологии.

Основные технико-экономические показатели определены в соответствии с "Инструкцией по расчету основных технико-экономических и финансовых показателей и заполнению форм-таблиц бизнес-плана на стадиях проектирования для предприятий связи" (3-я редакция), разработанной ОАО "Гипросвязь" (г. Москва).

Расчет технико-экономических показателей осуществляется на базе:

* исходных данных ОАО "Электросвязь" Иркутской области;
* нормативов, действующих в РФ и отрасли "Связь"
* данных о стоимости строительства аналогичных объектов и нормативов удаленных капитальных вложений;
* контрактных предложений фирм на технологическое оборудование и материалы.

Проектируемый период охватывает временной промежуток с 2002 году. Стоимостные показатели рассчитаны в ценах на момент разработки проекта (15.01.2002 г.) Рублевое покрытие оборудования импортной поставки выполнены по курсу, рекомендованному ОАО "Связьинвест" (31,5 рублей за доллар).

Расчеты технико-экономических показателей представлены в соответствующих формах к пояснительной записке.

### 6.1 Объемы услуг и доходы

Тарифные доходы приведены в форме 1 и включают в себя предоставление новых видов услуг юридическим и физическим лицам, а также сдача каналов в аренду. Доходы определены по средним доходным таксам за за отчетный период по утвержденным тарифам на предоставление доступа и абонентское обслуживание местной сети, вводимыми с 01.02.2002 г. (приведены в соответствующих таблицах).

### 6.2 Ввод мощностей и объемы капитальных вложений

Ввод мощностей предполагается осуществить в 2002 году. Ввод мощностей и объем капитальных вложений представлены в таблице 2.

Капитальные вложения (инвестиции) определены исходя из технических решений, необходимого оборудования и материалов на основе нормативов удельных капитальных вложений с НДС составляет в ценах 2002 г. 54,414 мл.руб. Финансирование строительства предполагается осуществить за счет собственных средств и кредита завода-поставщика.

### 6.3 Финансовые и технико-экономические показатели

Расчеты всех экономических показателей отражены в таблицах 3-12.

Для приведения к одинаковой размеренности во времени разности между всеми поступающими средствами по каждому году, т.е. для определения чистой текущей стоимости, используется метод дисконтирования с дисконтом 15%. Финансовый план-график показывает наличие текущей стоимости (ЧТС) в таблице 6 и показывает, что ЧТС достигает положительного значения в 2003 году. и может быть использована для дальнейшего развития сети. Чистая текущая стоимость проекта составляет 57,9 млн.руб. Исходные данные для расчета показателей экономической эффективности приведены в таблице 1.

Основные технико-экономические показатели эксплуатационной деятельности представлены в таблице 12. Согласно расчетным данным, срок окупаемости по усредненной прибыли составляет 4,0 лет, по чистой текущей стоимости – 4,4 лет. Внутренняя норма прибыли составляет 28%.

Анализ технико-экономических показателей свидетельствует об эффективности принятых решений и приемлемости данного инвестиционного проекта.

Основные технико-экономические показатели должны быть уточнены на стадии рабочего проекта по мере уточнения стоимостных и объемных показателей на момент заключения договоров и дальнейшего изучения спроса на услуги связи.

### Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Единица | Значение |
| показателей | измерения | показателей |
| 1 | 2 | 3 |
| Раздел 1 |  |  |
| 1 Объем услуг (на конец проектного периода): |  |  |
| Сеть доступа с использованием SDH | сеть | 1 |
| 2 Ввод мощностей на конец периода проектирования: |  |  |
| Сеть доступа с использованием SDH | сеть | 1 |
| 3 Удельные капитальные вложения: |  |  |
| Сеть доступа с использованием SDH | млн. руб. | 54,414 |
| Раздел 2 |  |  |
| 1 Капитальные вложения по проекту, |  |  |
| переходящие в ОПФ предприятия | млн.руб. | 52,78 |
| 2 Ставка налога на добавленную стоимость | % | 20 |
| 3 Коэффициент для величины нормируемых оборотных |  |  |
| средств | отн.пок. | 0,021 |
| 4 Коэффициент для величины отчислений от фонда | отн.пок. | 0,359 |
| оплаты труда |  |  |
| 5 Средняя норма амортизационных отчислений на | отн.пок. | 0,100 |
| проектируемые сооружения |  |  |
| 6 Аренда технических средств | отн.пок. | 0,15 |
| 7 Коэффициент соотношения текущих издержек и доходов | отн.пок. | 0,25 |
| 8 Источники финансирования: |  |  |
| из них собственные средства | млн.руб. | 45,80 |
| в т.ч. наличие на начало реализации проекта | млн.руб. | 45,80 |
| 9 Ставка налога на имущество | % | 2 |
| 10 Ставка налога на прибыль | % | 24 |
| 11 Коэффициент для величины прочих отвлечений из |  |  |
| чистой прибыли | отн.пок. | 0,00 |
| 12 Выбытие основных производственных фондов |  |  |
| (демонтируемое оборудование) | млн.руб. | 0,00 |
| 13 Норма дисконта | % | 15 |

# 7. Безопасность жизнедеятельности

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Условия труда должны быть комфортными и исключать предпосылки для возникновения травм и профессиональных заболеваний.

Данная дипломная работа выполнялся на персональном компьютере, поэтому в данной главе будут рассмотрены факторы оказывающие вредное влияние на человека, и будут рассмотрены меры их уменьшения.

При проектировании телекоммуникационных сетей должны предусматриваться меры по технике безопасности.

Примененное коммутационное оборудование в проекте не оказывает вредного воздействия на человека и природу. Излучение монитора должно соответствовать санитарным нормам.

## 7.1 Анализ вредных факторов оказывающих влияние на жизнедеятельность человека

Продолжительная работа с персональным компьютером (ПК) является причиной возникновения целого ряда болезней, кроме того, не исключается возможность долговременных последствий из-за воздействия излучения дисплея. Рассмотрим факторы, которые влияют на здоровье человека и могут быть причинами профессиональных заболеваний.

Монитор ПК является источником излучения: электростатического поля, слабых электромагнитных излучений (в диапазоне 400 кГц – 2 Гц), рентгеновского излучения, ультрафиолетового излучения, инфракрасного излучения, излучения видимого диапазона.

Вообще-то электромагнитное излучение испускают все бытовые приборы: обычный радиоприемник, телефон, магнитофон, видеомагнитофон.

И воздействие их однозначно вредно, правда, в разной степени. Но ни с одним из них, кроме телевизора, человек не проводит столько времени, как с компьютером. А ведь многие из нас связаны с компьютером и на службе. Надо же было так случиться, что волн сверхвысокой частоты, которые не вредны на расстоянии уже более метра, бытовые приборы как раз не излучают. А короткими, средними и длинными волнами они заполняют все помещение, если не встречают преграды. Неслучайно на подводных лодках используют низкочастотные длинные волны - они легко, без помех и искажений преодолевают тысячекилометровые толщи воды. Исследования показали, что излучение осложняет сердечно-сосудистые заболевания, отрицательно влияет на развитие беременности, снижает иммунитет. Например, корпуса стали делать экранированными: изнутри на корпус называется металлический слой толщиной всего несколько микрон, эквивалентный, тем не менее, целому саркофагу из металла. Корпус заземляется, "лишнее" напряжение не выходит с театра действий наружу, и компьютер перестает быть самодеятельной радиостанцией, работающей на врага. Но сквозь него не могут пробиться и внешние влияния - наводки расположенных неподалеку электроприборов. Благодаря этому сигнал, подаваемый на стекло монитора, приобрел еще большую стабильность, картинка стала предельно четкой и еще менее вредной для здоровья. В связи с этим конструкция электронных трубок изменилась революционным образом. Вместо простого стекла с нанесенным на него люминофором(который светится при попадании в него электрона) появилось сложнейшее многослойное сооружение, в котором стекло, люминофоры и металлы соединены в причудливую композицию, призванную оберегать наше здоровье. Тем не менее известно, что один слой поглощает часть излучения, другой - отражает, третий служит "полотном" для картинки и т.д. Компьютеры, сделанные по новым технологиям, почти не имеют электромагнитного излучения и практически безвредны для здоровья.

Основные электромагнитные и электрические параметры, взятые из правил и норм использования видео - дисплейных терминалов и персональных компьютеров [6]:

* напряженность электромагнитного поля по магнитной составляющей на расстоянии 50 см от монитора не должна превышать 0,3 ампер/метр;
* напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на том же расстоянии не должна превышать 25 вольт/метр в диапазоне частот 2 - 5 герц и 2,5 вольт/метр в диапазоне 2 – 40 килогерц;
* поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 вольт.

Интенсивная работа с клавиатурой вызывает болевые ощущения в локтевых суставах, запястьях, в кистях и пальцах рук.

Электронная "мышь" (пульт управления компьютером), как выяснилось, может больно "кусаться": сперва ощущение такое, будто мурашки бегут по руке, потом всю руку до локтя пронизывает острая боль, затем рука немеет [6]. Так описывают симптомы "мышиного укуса" пациенты доктора Эмиля Паскарелли из Колумбийского университета (США). Новый компьютерный недуг уже получил название: Repetitive Strain Injury (хроническое растяжение сухожилий травматического характера), сокращенно - RSI. новая компьютерная болезнь распространяется с катастрофической быстротой и поражает в основном тех пользователей, которые имеют дело с компьютерной графикой. Им приходится чуть не тысячу раз на дню производить однообразные мелкие движения рукой - нажимать на "мышку", в то время как кисть человека к такой нагрузке совершенно не приспособлена.

Медицина уже разработала специальный гимнастический комплекс упражнений для пальцев, кисти и всей руки.

Неподвижная напряженная поза оператора, в течении длительного времени прикованного к экрану дисплея, приводит к усталости и возникновению болевых ощущений в позвоночнике, шее, плечевых суставах. Так как работа оператора предполагает прежде всего визуальное восприятие отображенной на экране монитора информации, то зрительный аппарат подвергается значительной нагрузке, что ухудшает зрение.

Вредное влияние компьютеров на зрение было замечено еще при их появлении. Глаза уставали уже через несколько часов сидения за монитором, краснели и слезились. После слез наступала головная боль. А регулярное и длительное компьютерное бдение резко ухудшало зрение: те, кто уже страдал близорукостью, астигматизмом или дальнозоркостью, все чаще меняли очки и постепенно превращались в инвалидов, люди нормальным зрением вскоре вынуждены были обзаводиться очками и отправлялись вдогонку за первыми. Внимание: глазные хирурги и сейчас, несмотря на то что нынешние компьютеры прошли через длинную череду усовершенствований, рекомендуют после операции на глазах два-три месяца не подходить к монитору. Мониторы компьютеров долго изготавливались по тому же принципу, и изображение на них тоже дрожит. Смотреть на экран такого телевизора не очень опасно - дрожание скрадывается большим расстоянием. Иное дело - экран монитора, вплотную к которому приходится сидеть часами.

Человек может даже привыкнуть к мелкой вибрации текста или картинки, но глаза автоматически ее регистрируют и напрягаются, напрягаются глазные нервы и соответствующие нервные центры мозга, и острота зрения неизбежно теряется. При этом в худшем положении оказываются операторы, занимающиеся выводом данных и считкой текстовой информации. Закономерность тут такая: чем крупнее объект на экране монитора, тем меньше утомляемость. Поэтому, например, компьютерные игры с их рисованными фигурами утомляют не очень.

А цифры и буквы, каждая из которых колеблется, слегка меняя очертания, заставляют напрягаться и давят на зрение больше. Ученые объясняют причину дрожания так. В каждом электроприборе, кроме основного электромагнитного поля и продуцируемого им луча, сами собой образуются побочные электромагнитные излучения. Одно накладываетсяна другое, электронный луч, рисующий на экране изображение, дрожит - изображение тоже трясется. Поскольку устранить помехи невозможно, выход был найден в создании совершенного стабилизатора, который нейтрализует их воздействие. Благодаря этому изображение приобрело четкие контуры. Отрицательное влияние компьютеров на зрение резко упало, что вы могли заметить и по себе, если у вас машина следующего поколения.

А так же операторы ЭВМ, операторы по подготовке данных, программисты и другие работники вычислительных центров сталкиваются с воздействием таких физических опасных и вредных производственных факторов, как повышенный уровень шума, повышенная температура внешней среды, отсутствие или недостаток естественного освещения, недостаточная освещенность рабочей зоны, электрический ток, статическое электричество и др. Многие сотрудники ВЦ связаны с воздействием таких психофизиологических факторов, как умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Воздействие указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению работоспособности, вызываемое развивающимся утомлением. Появление и развитие утомления связано с изменениями, возникающими в процессе работы в центральной нервной системе, тормозными процессами в коре головного мозга.

Например, сильный шум вызывает трудности в распознавании цветовых сигналов, снижает быстроту восприятия цвета, остроту зрения, зрительную адаптацию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения, уменьшает на 5-12% производительность труда. Длительное воздействие шума с уровнем звукового давления более 70 Дб оказывает физиологическое воздействие на человека, приводя к видимым изменениям в его организме.

Таким образом, шум вызывает нежелательную реакцию всего организма человека. Патологические изменения, возникшие под влиянием шума, рассматривают как шумовую болезнь.

Длительное нахождение человека в зоне комбинированного воздействия различных неблагоприятных факторов может привести к профессиональному заболеванию.

Во время работы часто возникают ситуации, в которых оператор ЭВМ должен за короткий срок принять правильное решение. Для успешного труда в таких условиях необходима рационально организованная окружающая среда, ограждающая работника от воздействия посторонних раздражителей, которыми могут быть мрачная окраска устройств ЭВМ и помещения терминального класса, неудобное расположение сигнализации, клавиш управления и т.п. Поэтому всеми средствами нужно снижать утомление и напряжения разработчика ЭВМ, создавая обстановку производительного комфорта. Производственная среда, являющаяся предметным окружением человека, должна сочетать в себе рациональное архитектурно-планировочное решение, оптимальные санитарно-гигиенические условия (микроклимат, освещение, отопление, вентиляция и др.), научно обоснованную цветовую окраску и создание высокохудожественных интерьеров. Цветовая отделка поверхностей характеризуется: цветовым тоном, оцениваемым длиной волны; светлотой, оцениваемой коэффициентом отражения; насыщенностью, оцениваемой приближением цвета к чистому спектральному тону. Рациональное цветовое оформление производственного оборудования в сочетании с колером окраски стен, потолков и полов производственного помещения значительно снижает утомляемость зрения работающих, уменьшает опасность травматизма и улучшает настроение людей.

Ограничение солнечного света приводит к нарушению физиологического равновесия в организме человека и к развитию у него патологических состояний, получивших название "световое голодание" организма или "ультрафиолетовая недостаточность".

## 7.2 Освещение

Так как при работе с компьютером большая нагрузка приходится на глаза, то необходимо уделять внимание освещению.

Работа с ПК часто происходит в помещение с искусственным освещением, которое должно обеспечивать правильную работу глаз и приближать к оптимальным условиям зрительное восприятие.

Не следует работать с компьютером в темном или полутемном помещении, так же следует избегать большого контраста между яркостью экрана и окружающего пространства.

Пространство в помещениях с ПК должно быть смешанным: естественным, за счет солнечного света, и искусственным. Источники света необходимо равномерно распределять по комнате. При работе оператора с компьютером и документами на рабочем месте необходимо устанавливать источники местного освещения. Рабочее место с ПК должно располагаться по отношению к оконным проемам таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку, предпочтительнее слева.

## 7.3 Организация рабочего места оператора

Так как оператор проводит целый рабочий день, очень важно правильно организовать рабочее место. Компьютер должен быть установлен так, чтобы подняв глаза от экрана, можно было увидеть самый удаленный предмет в комнате. Следует избегать расположения рабочего места в углах комнаты или лицом к стене – расстояние от компьютера до стены должно быть не менее одного метра, экраном к окну. При наличии нескольких компьютеров в одной комнате расстояния между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее двух метров. Расстояния между боковыми стенками двух соседних мониторов должно быть не менее 1.2 метра. Не допускается расположение мониторов экранами друг к другу.

# Заключение

Решение на основе технологии АТМ удовлетворяет всем требованиям. Обеспечивается качество услуг и возможность единым образом передавать разнородный трафик. При этом стирается традиционное разделение сети на LAN-овскую и WAN-овскую компоненты. В проекте сети использовался минимальный ассортимент однородного оборудования.

Следует отметить, что построенная сеть АТМ послужит основой для использования в интересах сторонних организаций, т.е. можно говорить об окупаемости проекта в коммерческом смысле.

Логическая схема сети структурно представляет собой гибридный вариант, сочетающий кольцеобразную высокоскоростную магистраль с древовидными узлами. Подобная схема позволяет максимально эффективно использовать возможности технологии АТМ по "свободному" проектированию структуры сети для повышения надежности и живучести сети в целом, с одной стороны, и удобства обслуживания в сочетании с высокой пропускной способностью – с другой. Для безболезненного перехода на АТМ необходимо сохранить средства, вложенные в имеющееся сетевое программное обеспечение, аппаратное и программное обеспечение для АТМ сетей должно быть совмещено со всеми существующими сетевыми технологиями, протоколами и приложениями. оборудование. Комплексное решение с применением оборудования компании Fore Systems обеспечивает поддержку любых существующих протоколов посредством эмуляции ЛВС. Благодаря этой особенности АТМ сеть с точки зрения таких приложений выглядит точно так же, как и традиционные ЛВС, и пользователи получают возможность продолжать работу с этими приложениями без каких-либо изменений.

# Библиография

1. Булгак В.Б., Варакин Л.Е., Ивашкевич Ю.К.: Концепция развития связи в Российской Федерации. – М.: Радио и связь, 1995. – 224 с.
2. Бурлак Г.Н. Безопасность работы на компьютере: Организация труда на предприятиях информационного обслуживания. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 144с.
3. Кульгин М.: Технологии корпоративных сетей: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999. – 704с.
4. Назаров А.Н., Разживин И.А. АТМ: Технические решения создания сетей. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 376 с.: ил.
5. Назаров А.Н., Симонов Н.В.: АТМ: Технология высокоскоростных сетей. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 252 с.
6. Новиков С.Н., Математическая модель маршрутизации на широкополосных цифровых сетях интегрального обслуживания // Материалы международного семинара " Перспективы развития современных средств и систем телекоммуникаций". – Новосибирск, 2000. – с.65-68.

# Приложение А (рекомендуемое)

# Словарь терминов и сокращений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ALL | ATM Adaptation Lauer |  | Уровень адаптации АТМ |
| ABR | Available Bit Rate |  | Доступная двоичная скорость передачи |
| ATM | Asynchronous Transfer  Mod | АМП | Асинхронный метод передачи |
| B-ISDN | Broadband Integrated Services Digital Network | Ш-ЦСИО | Широкополосная цифровая сеть с интеграцией услуг |
| BRI | Basic Rate Interface |  | Интерфейс передачи данных с номинальной скоростью |
| CAC | Connection Admission Control |  | Контроль за установлением соединений |
| CBR | Constant Bit Rate |  | Постоянная скорость передачи |
| CS | Convergence Sublayer |  | Подуровень схождения |
| E1. |  |  | Используемая в Европе цифровая сеть передачи данных со скоростью 2,048 Мбит/с |
| Ethernet |  |  | Технология локальной вычислительной сети |
| FDDI | Fiber Distributed Data Interfase |  | Высокоскоростной сетевой стандарт |
| FR | Frame Relay |  | Сеть,построенная на базе высокоуровневого протокола управления каналом ПД |
| Hub |  |  | Концентратор, разветвитель |
| IEEE |  |  | Спецификация IEEE для локальных сетей CSMA/CD |