


Jet Info

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 1 (92)/2001



Сеть регионального оператора связи

С Е Т Е В Ы Е
Т Е Х Н О Л О Г И И

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПОСТРОЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ОПЕРАТОРА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ	4
РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ	
ТРЕБОВАНИЯ	
ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ	
ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ	
ХАРАКТЕРИСТИКИ	
ВОЗМОЖНОСТИ	
ПРЕИМУЩЕСТВА, ПОЛУЧАЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ	
ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	9
ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ СЕТИ	
ЗАДАЧА АНАЛИЗА	
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ	
ИТОГИ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. PASSPORT 4400	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОБОРУДОВАНИЕ PASSPORT 6400	18

Пример построения сети регионального оператора связи с оценкой экономической эффективности вложений

Геннадий Купинский

Введение

Задача организации предоставления услуг может быть решена оператором связи путем создания специализированной инфраструктуры для реализации какой-то конкретной услуги, например, только телефонии или только доступа к Интернет, или путем создания универсальной инфраструктуры для предоставления максимального числа различных телекоммуникационных услуг. Основным критерием выбора того или иного варианта является экономическая эффективность. Показатели экономической эффективности — срок окупаемости и доходность, зависят от конкретных условий, таких как спрос на различные услуги, потенциальное число клиентов, финансовые возможности клиентов, величина необходимых капиталовложений, стоимость эксплуатации, наличие конкуренции.

Как показывают практика и расчеты, уже проведенные для конкретных российских региональных операторов связи, в большинстве случаев наибольшей экономической эффективностью обладает универсальная сетевая инфраструкту-

ра (см. рис.1). И это не удивительно, потому что в универсальной инфраструктуре при организации предоставления различных услуг используются одни и те же ее компоненты, что, с одной стороны, увеличивает сложность, с другой — уменьшает количество используемых оператором связи разнородных систем и повышает эффективность использования имеющихся ресурсов (каналы связи, оборудование, обслуживающий персонал). В дополнение к этому необходимо отметить, что наличие большого набора разнообразных услуг обеспечивает более широкий круг потенциальных клиентов, что может позволить сократить сроки окупаемости, а также уменьшить риск потери вложенных средств, если какая-либо из услуг окажется невостребованной.

В данной статье изложен один из возможных вариантов построения сети регионального оператора связи, а также приведен пример расчета экономической эффективности такой сети, содержащий анализ полученных результатов.

Целью автора является популяризация среди операторов связи современных подходов к созданию сетей для оказания данного вида услуг, разъяснение необходимости разумных вложений в построение экономически эффективной сетевой инфраструктуры.

Построение универсальной телекоммуникационной сети оператора телекоммуникационных услуг

Перед тем, как приступить к проектированию новой или модернизации старой сети необходимо определить перечень задач, стоящих перед компанией – оператором, и, исходя из этого, сформулировать требования к новой сети.

Решаемые задачи

Для оператора связи, как и для любой коммерческой организации в любой отрасли, одними из основных стимулов развития являются увеличение прибыли и расширение рынка.

Модернизацией существующей или построением новой универсальной телекоммуника-

ционной сети оператор связи решает следующие задачи: повышение конкурентоспособности на рынке телекоммуникационных услуг за счет расширения спектра услуг и снижения их себестоимости, сокращение затрат на обслуживание сети, обеспечение возможности привлечения новых клиентов, сохранение инвестиций при дальнейшем развитии сети.

Требования

Сеть оператора должна обеспечивать предоставление таких услуг, как доступ к Интернет, предоставление прозрачных каналов связи, предоставление сетевых сервисов виртуальных соединений, телефонные услуги (включая междугороднюю телефонию).

Построение или модернизация сети должны быть экономически оправданы, т. е. предоставление услуг должно обеспечивать окупаемость вложенных средств и в планируемые сроки начать приносить прибыль.

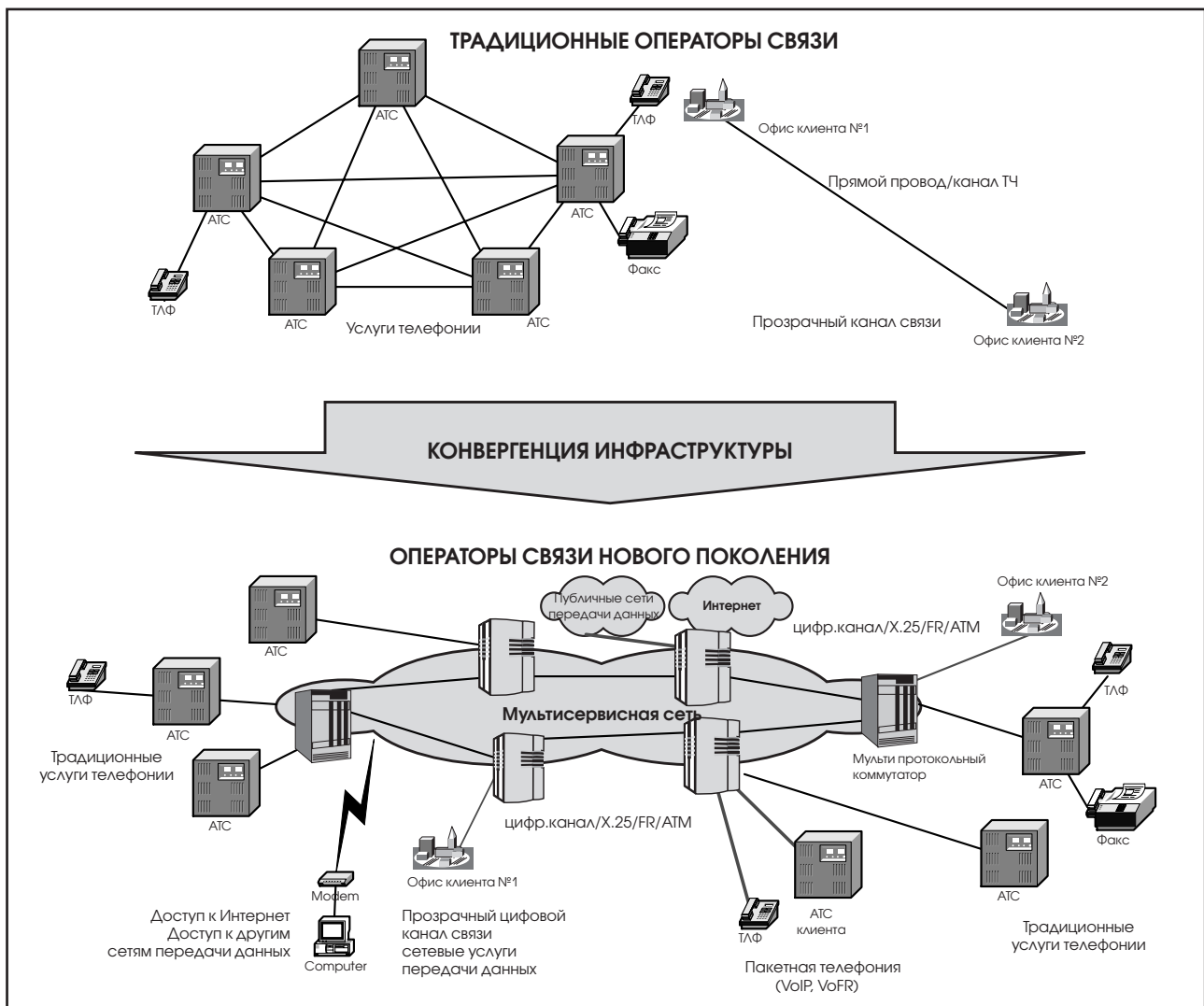


Рис. 1.

Сеть должна удовлетворять требованиям по надежности, т.е. обеспечивать бесперебойную, полноценную функциональность всех ключевых компонентов и гарантировать предоставление услуг независимо от времени суток. Используемое для построения сети оборудование должно обеспечивать возможность замены в рабочем режиме интерфейсных модулей и блоков питания.

Жесткие требования предъявляются к системе управления сетью. Современная система управления должна обеспечивать полный и непрерывный контроль состояния всех узлов сети, желательно вплоть до порта клиента, своевременное обнаружение аварийных ситуаций, управление конфигурациями сетевых узлов, резервное копирование и восстановление конфигураций и программного обеспечения узлов сети.

Если сеть планируется строить с учетом возможности развития, то при построении сети необходимо учесть требования по масштабируемости. Так, все используемое оборудование должно масштабироваться по количеству интерфейсов, предоставлять возможность увеличения трафика в сети, иметь возможность модификации (upgrade) своего программного обеспечения, без замены аппаратной части.

Сеть должна быть готова к предоставлению новых телекоммуникационных услуг при возникновении спроса на них.

Выбор технологии

Телекоммуникационная сеть может быть построена с использованием различных технологий: временное мультиплексирование (коммутиация каналов), коммутация пакетов (X.25, Frame Relay, IP), коммутация ячеек (ATM) или их

совокупности. Каждая из этих технологий достаточно хорошо развита на сегодняшний день и каждая из них имеет как свои преимущества по сравнению с другими, так и недостатки (см. Таблицу 1).

Коммутация каналов характеризуется предсказуемой задержкой, под каждое соединение выделяется фиксированная полоса пропускания, поэтому отсутствует влияние одних соединений на другие, но поэтому же неэффективно используются каналные ресурсы, например, при отсутствии трафика по какому-либо соединению его полоса пропускания никак не используется. Данная технология используется при построении цифровых сетей SDH, PDH, для предоставления услуг первичной сети, в том числе объединения телефонных станций.

Технология коммутации пакетов позволяет за счет использования механизмов статистического мультиплексирования более эффективно использовать каналные ресурсы. Технология оптимизирована для передачи данных. К ее недостаткам можно отнести непредсказуемость задержки.

Коммутация ячеек, реализованная в протоколе ATM, представляет собой универсальный транспорт для любых видов приложений, при этом существуют развитые механизмы гарантии качества обслуживания. Данная технология неэффективна для использования на низкоскоростных каналах.

Таким образом, каждая из технологий достаточно хорошо развита на сегодняшний день и каждая из них имеет как свои преимущества по сравнению с другими, так и недостатки. Для создания универсальной сети оператора связи наиболее оптимальным было бы решение, основанное на совокупности технологий коммутации пакетов и

Технологии	Достоинства	Недостатки
Временное мультиплексирование, коммутация каналов (TDM)	предсказуемая задержка под соединение выделяется фиксированная полоса, поэтому отсутствует влияние одних соединений на другие	неэффективное использование каналных ресурсов
Коммутация пакетов (Frame Relay, IP)	эффективное использование каналных ресурсов технология оптимизирована для передачи данных	непредсказуемая задержка предоставление гарантий качества обслуживания зависит от реализации
Коммутация ячеек (ATM)	универсальный транспорт для любых видов приложений существуют механизмы гарантии качества обслуживания	технология неэффективна для использования на низкоскоростных каналах доступа

Таблица 1.

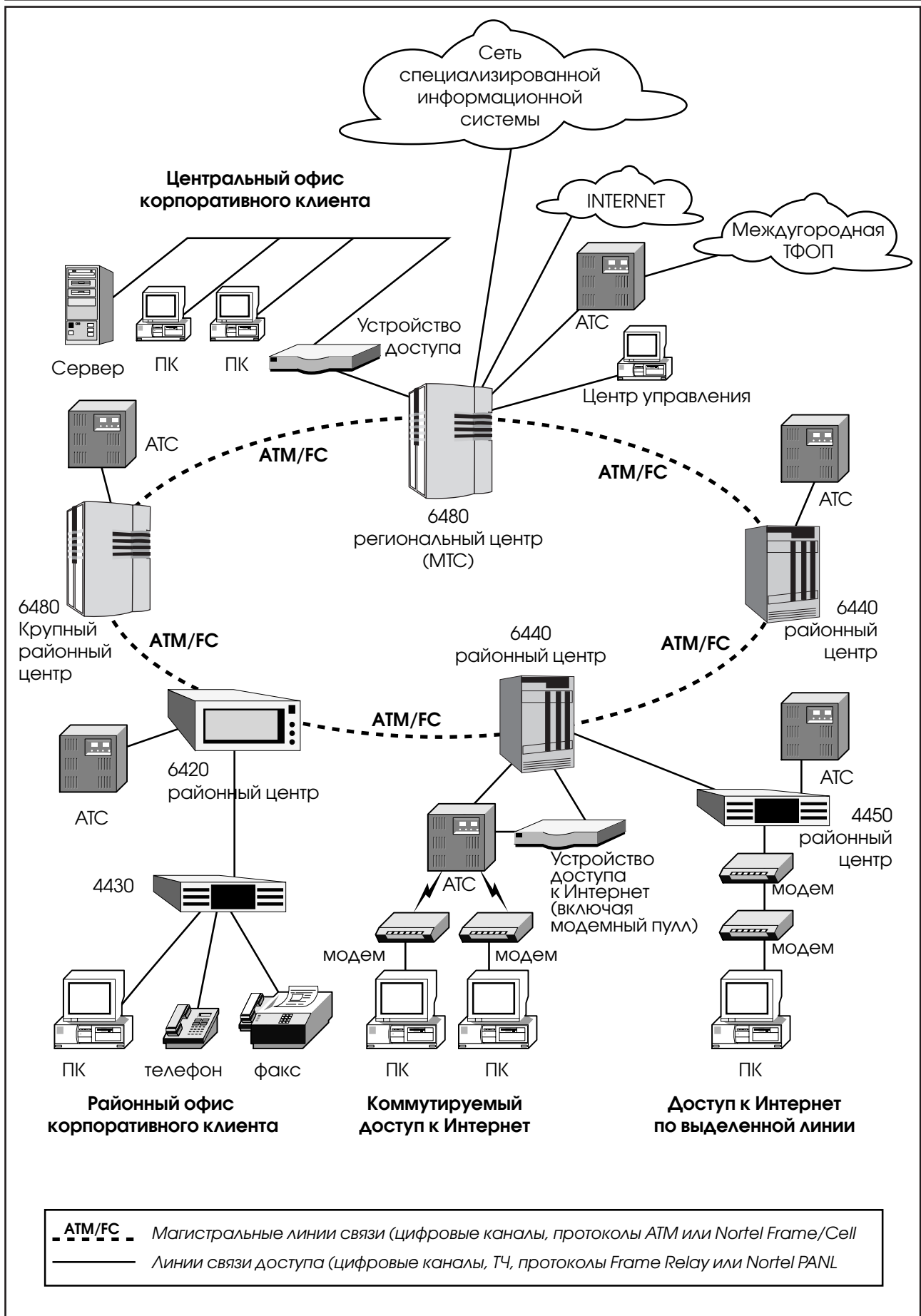


Рис. 2.

коммутации ячеек, поэтому целесообразно использовать различные технологии там, где они более эффективно будут работать. Так, возможно обеспечить передачу голоса ячейками фиксированной длины, а данных — пакетами переменной длины. На телекоммуникационном рынке существует оборудование, которое использует разные технологии при передаче разнородного трафика.

В качестве технологии передачи на магистрали, между узлами сети возможно использование технологий ATM, Frame Relay, IP или их совокупность, а для подключения абонентов, т.е. доступа к магистрали, возможно применение технологий X.25, Frame Relay, IP.

Наиболее интересной представляется технология Frame Relay. Существенным достоинством Frame Relay является реализация функций ограничения потока в соответствии с договором между оператором сети и клиентом. Это позволяет еще на входе сети управлять приемом данных, поступающих от пользователя, и избегать тем самым возникновения перегрузок в сети, которые могут привести к значительной деградации качества обслуживания. Сеть Frame Relay имеет также механизмы управления потоком, позволяющие бороться с перегрузками при их возникновении. Управление потоком реализуется с помощью служебных битов заголовка кадра Frame Relay или же по специальному протоколу управления перегрузками на интерфейсе.

Технология Frame Relay позволяет решить проблемы, связанные с избыточностью X.25 и низкой эффективностью использования доступной полосы пропускания каналов. Развитые средства обнаружения и коррекции ошибок на линиях связи с малым уровнем ошибок становятся излишними. При использовании Frame Relay функции обнаружения и коррекции ошибок перекладываются на устройства доступа, длина кадра может изменяться и при увеличении интенсивности потока данных достигать максимальных значений — 4 или 8Кбайт в зависимости от используемого оборудования. На сегодняшний день ведущими производителями оборудования для операторов связи предлагается широкий спектр оборудования и для построения магистрали, и для организации узлов доступа. Очень привлекательными для российских операторов могут быть решения, позволяющие осуществить плавную миграцию от существующих сетей X.25 к мультисервисным сетям Frame Relay — ATM с интеграцией услуг голос/данные.

Техническая реализация

В рассматриваемом далее примере построения мультисервисной сети регионального оператора в качестве базовых узлов используются коммутаторы серии Passport производства компании Nortel Networks.

На первом этапе строительства сети узлы могут быть объединены с помощью существующей канальной инфраструктуры (ИКМ). По мере необходимости существующая канальная структура модернизируется за счет инсталляции оптоволоконных каналов.

Для организации удаленного доступа к узлам сети («последней мили») в качестве каналобразующего оборудования на медных линиях и каналах ТЧ могут использоваться модемы профессиональных серий различных производителей. Поскольку функциональные характеристики современных профессиональных модемов сравнимы, в нашем примере для оценки затрат на каналобразующее оборудование взяты средние значения стоимости.

Используя модульность конструкции и благодаря широкому набору моделей коммутаторов Passport, возможен поэтапный вариант развертывания сети. При изменении требований к сети (увеличении числа клиентов, введении новой услуги и т.п.) возможно изменение конфигурации коммутаторов, установка дополнительных периферийных карт.

Конфигурация выбирается на этапе проектирования после уточнения технического задания на строительство сети.

На рисунке 2 представлена структурная схема универсальной (мультисервисной) сети.

В качестве магистральных коммутаторов используются модели 6480, 6440, 6420 — 16, 5 и 3-х слотовые устройства соответственно, серии Passport 64XX. Серия коммутаторов Passport 44XX используется в качестве узлов доступа абонентов к магистральной сети.

Топология сети может быть «шина», «кольцо», «звезда» или смешанная и зависит от топологии существующей PDH инфраструктуры и требований технического задания.

Характеристики

На магистрали сети используется стандартная технология ATM или фирменная технология Nortel — Frame/Cell, позволяющая применять для передачи пакеты переменной длины, например, при передаче трафика локальных сетей и ячейки фиксированной длины, например, для передачи голоса и критичных к изменению задержки данных. Применение технологии Frame/Cell оправдано на более низкоскоростных участках магистральной сети, где эффективность использования канальных ресурсов наиболее актуальна. При наличии на участках магистрали оптики возможно использование оптических ATM интерфейсов со скоростями до 155 Мбит/с (OC-3c).

Рассматриваемая в примере универсальная сеть обеспечивает поддержку сервисов гло-

бальных сетей ATM, Frame Relay, сервисов локальных сетей, голосовых сервисов, «прозрачных» каналов связи, а также межсетевое взаимодействие с сетями Nortel Magellan DPN и мультисервисными устройствами доступа голос/данные Passport 4400.

ATM и Frame Relay используются при подключении абонентов с использованием синхронных каналов связи (в основном, выделенные линии) и для обеспечения меж сетевого взаимодействия с другими публичными сетями. На Frame Relay и ATM поддерживаются как постоянные (PVC), так и коммутируемые (SVC) виртуальные соединения, а также стандартные интерфейсы для подключения пользователей (UNI) и меж сетевого взаимодействия (NNI), протокол маршрутизации ATM PNNI, инверсное мультиплексирование ATM, шлюзование сервисов ATM и Frame Relay.

Сервисы локальных сетей используются для объединения локальных сетей абонентов, построенных с использованием Ethernet 10BaseT or 100BaseT, Token Ring или FDDI. Обеспечена поддержка протоколов TCP/IP, IPX, OSPF, RIP, BGP4, Bridging, SNA Data Link Routing, NetSentry.

Голосовые сервисы используются для предоставления услуг телефонии, включая подключение к телефонной сети общего пользования, а также организацию корпоративных телефонных сетей со своим собственным единым номерным пространством. Поддерживается маршрутизация телефонных вызовов с использованием сигнализаций ETSI, QSIG, NIS, MCDN, в этом случае вся сеть выступает в качестве распределенной транзитной телефонной станции.

Сервисы цифровых каналов связи BTDS и NTDS позволяют обеспечить предоставление услуг по прозрачной передаче абонентского трафика между двумя портами сети. Данные сервисы используются для передачи видео или для передачи данных с использованием нестандартных или закрытых протоколов.

Наличие поддержки данных сервисов позволяет обеспечить предоставление широкого набора различных телекоммуникационных услуг с высоким качеством. Пример набора услуг приведен в разделе «Возможности». Более подробное описание характеристик используемого оборудования приведено в Приложении и на серверах производителя <http://www.nortelnetworks.ru> или <http://www.nortel-networks.com>.

Управление рассматриваемой сетью осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения на базе NMS Advisor, разработки Nortel или на базе открытой платформы сетевого управления HP OpenView.

Все используемые для построения сети устройства поддерживают управление по протоколу SNMP.

Кроме управления конфигурациями и мониторинга состояния узлов, система управления обеспечивает сбор, хранение и последующую обработку статистической информации, собираемой с узлов сети.

Возможности

Рассматриваемая в примере универсальная телекоммуникационная сеть обеспечивает возможность предоставления различных услуг:

- Доступ к Интернет по коммутируемым или выделенным каналам связи.
- Услуги первичной сети региона.
- Пакетная телефония Voice over IP, Voice over Frame Relay.
- Доступ к специализированным информационным системам.
- Организация корпоративных сетей передачи данных и др.

Преимущества, получаемые в результате построения сети

Удовлетворение потребностей рынка услуг связи

Широкий набор телекоммуникационных услуг удовлетворяет существующие (передача данных, голоса), а также возможные в будущем (видео, и др.), потребности рынка.

Повышение эффективности работы компании-оператора

Использование универсальной сети для передачи голоса и данных различных типов повысит эффективность работы компании – оператора за счет сокращения расходов на эксплуатацию различных сетей.

Защита вложенных средств

Заложенные в оборудовании возможности постепенного наращивания количественных и качественных показателей позволяет сохранить вложенные при построении сети средства при её дальнейшем развитии.

Управляемость и надежность

Управляемость и надежность функционирования сети повышаются за счет обеспечения централизованного контроля за ресурсами, конфигурацией узлов и всеми сервисами универсальной сети.

Пример расчета экономической эффективности

В примере рассматривается сеть, состоящая из пяти узлов, построенная на основе линии Passport компании Nortel Networks. Каждый узел сети представляет собой Passport 6440 и набор парных комплектов каналообразующего оборудования для организации последней мили в количестве 8 штук. Комплекты каналообразующего оборудования позволяют организовать на базе линейных сооружений цифровые каналы со скоростью передачи до 128 Кбит/с в синхронном и до 115 Кбит/с в асинхронном режиме.

Межузловое соединение строится на базе существующей волоконно-оптической инфраструктуры и/или PDH иерархии, выделяются потоки 2 Мбит/с для соединения узлов между собой. Топологически межузловые соединения могут образовать любую структуру – «шина», «кольцо», «звезда» или смешанную. Для упрощения оценки стоимости будем считать, что линейные сооружения последней мили также имеются.

Рассмотрим систему из пяти узлов, для надежности соединенных кольцом, на каждом узле в данной конфигурации имеется возможность подключения до 8 абонентов. Соответственно предлагаемая к рассмотрению сеть обладает следующими характеристиками:

- Количество портов для абонентских подключений – 40.

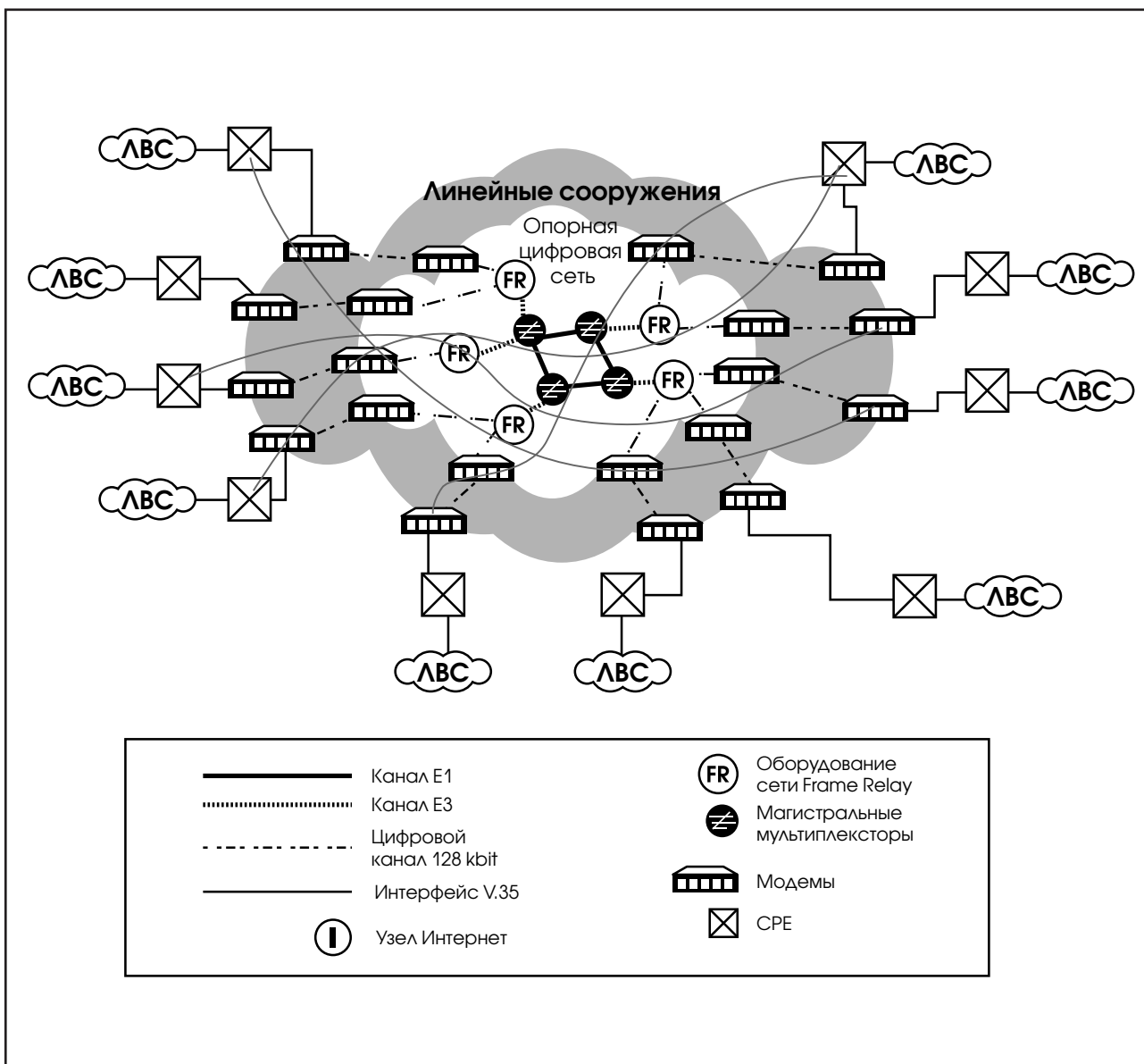


Рис. 3.

- Топология магистрали — определяется топологией существующей PDH инфраструктуры.
- Количество узлов доступа — 5.
- Максимальная скорость абонентского подключения — 128Кбит/с (определяется каналобразующим оборудованием последней мили, ограничение по порту до 4Мбит/с).
- Скорость на магистрали — 2 Мбит/с (до 4 Мбит/с).
- Технология передачи информации — Frame Relay.
- Система готова к подключению 40 абонентских точек.

Структурная схема сети, рассматриваемой в примере, представлена на рис. 3.

Общая стоимость сети

Все приведенные ниже оценки стоимости оборудования и работ получены на основании маркетинговых исследований и являются среднерыночными.

Узел на 8 подключений Frame Relay с интерфейсом V.35 представляет собой коммутатор Passport 6440, содержащий 8 портов V.35 для подключения абонентов.

- Стоимость коммутатора составит — **35 525\$**.
- Стоимость пяти коммутаторов — **177 625\$**.
- Каналообразующее оборудование для каждого из узлов сети представляет собой универсальную модемную стойку для установки HDSL модемов.
- Стоимость пяти модемных стоек составит — **7 800\$**.
- Стоимость системы управления, включая рабочую станцию Sun Ultra 5 с ОС Solaris и программным обеспечением составит — **20 404\$**.
- Стоимость работ по проектированию и установке системы составит 20% от стоимости оборудования — **41 165\$**.
- Стоимость комплекта модемов для подключения пользователей (модем на стороне клиента и модем на стороне оператора) составит — **1 115\$**.
- Стоимость сорока комплектов модемов для подключения пользователей составит — **44 600\$**.

Таким образом начальная стоимость сети без учета модемов для подключения клиентов составит **246 994\$**. С учетом сорока комплектов модемов стоимость сети составит **291 594\$**.

Задача анализа

Задачей анализа экономической эффективности проекта построения сети является определение минимально необходимого числа клиентов для

обеспечения окупаемости плановых инвестиций и получения плановой валовой прибыли проекта.

Следует определить «точку окупаемости» в зависимости от числа клиентов сети, перейдя которую наступает окупаемость всех издержек и проект становится прибыльным.

Точка окупаемости (Критическая точка; Порог рентабельности; Точка безубыточности) — объем или уровень операций, при котором совокупный доход равен совокупным издержкам, т.е. это точка нулевой прибыли или нулевых убытков.

В качестве расчетного показателя, при расчете «Точки окупаемости», используется количество контрактов, заключаемых с клиентами сети. Контракты заключаются на момент начала эксплуатации сети.

Задачи анализа формулируются следующим образом:

- Определить наименьшее количество базовых контрактов с клиентами сети, заключение которых обеспечивает безубыточные показатели.
- Определить зависимость точки безубыточности системы от различных параметров.

Исходные данные

В качестве исходных данных используются тарифы на базовые услуги, выбранные на основе принципов, разработанных специалистами Jet Infosystems, и затраты на приобретение и эксплуатацию сети. Под базовой далее понимается услуга объединения двух офисов с использованием виртуального канала Frame Relay с гарантированной пропускной способностью (CIR), равной нулю и максимальной скоростью 64Кбит/с.

Начальная стоимость системы на 40 пользовательских портов (20 контрактов на базовую услугу Frame Relay) складывается из стоимости пяти узлов сети, включающей стоимости:

- пяти коммутаторов Passport — **177 625\$**;
- пяти модемных стоек — **7 800\$**;
- системы управления — **20 404\$**;
- работ по проектированию и установке — **41 165\$**.

Таким образом, начальная стоимость сети без учета модемов для подключения клиентов составляет **246 994\$**.

Разовые затраты компании-оператора на реализацию базовой услуги определяются стоимостью каналообразующего оборудования:

- два модема на стороне офисов клиента;
 - два модема на стороне оператора
- и составят **2 230\$**.

Ежемесячные затраты компании-оператора учитывают основные статьи расходов. Среднемесячная зарплата дежурных операторов службы эксплуатации сети принята как средняя по РФ. Накладные расходы приняты в соответст-



Рис. 4.



Рис. 5.



Рис. 6.



Рис. 7.

вии с рекомендациями региональной межведомственной комиссии по ценовой и тарифной политике при Правительстве Москвы (Вып. 12/2000-84, пункт М587).

- Фонд оплаты труда дежурных операторов эксплуатирующего подразделения — **1 225\$**;
- обязательные отчисления от фонда зарплаты (40%) — **490\$**;
- постоянные накладные расходы (90%) — **1 103\$**.

Таким образом сумма учитываемых постоянных ежемесячных затрат компании-оператора составляет — **2 818\$**.

Все расчеты выполнялись в предположении наименее благоприятного для оператора варианта приобретения заказчиками услуг, а именно:

- приобретение услуги только с CIR=0;
- соединение только двух точек;
- заказчик не покупает услуги доступа к Интернет.

Исходя из вышеперечисленных допущений, примем за «базовый контракт» услугу Frame Relay CIR=0, заказываемую между двумя еще неподключенными офисами клиента. Далее, в качестве исходных данных для расчетов, взяты средние по России тарифы на подобные услуги. Так, установочные платежи клиента (организация двух «последних» миль, выделение двух портов на узлах сети и настройка виртуального соединения через сеть) составит — **1 650\$**. Ежемесячные платежи клиента в рам-

ках «базового контракта» (аренда каналаобразующего оборудования, использование двух портов сети и использование виртуального соединения с CIR=0) составит — **825\$**.

Результаты расчетов

В качестве параметров в расчетах «точек окупаемости» использовались:

- Плановый срок окупаемости проекта (2, 3, 5 лет).
- Внутренние постоянные затраты.
- Стоимость установочной платы.
- Стоимость минимальной абонентной платы.

Далее приведены результаты расчета точки окупаемости системы и расчета зависимости «точки окупаемости» от срока окупаемости сети.

Исходные данные для расчета состоят из затратной и доходной частей. Затратная для оператора часть включает затраты на создание сети (начальную стоимость системы) — **246 994\$**, затраты на модемы для подключения клиентов в расчете **2 230\$** на контракт, ежемесячные затраты компании-оператора (ежемесячные затраты) — **2 818\$**. Доходная часть включает установочные расходы клиента для базового контракта — **1 650\$** и арендную плату — **825\$** ежемесячно.

Результаты расчета приведены в таблице 2 и на рис. 4, где значения вычисляются по следующим формулам:

Кол-во базовых контрактов	Годовой доход	Ежегодные затраты при сроке окупаемости 3 года	Ежегодные затраты при сроке окупаемости 2 года	Ежегодные затраты при сроке окупаемости 5 лет
1	11550	116891	158428	83661
2	23100	117634	159543	84107
3	34650	118377	160658	84553
4	46200	119121	161773	84999
5	57750	119864	162888	85445
6	69300	120607	164003	85891
7	80850	121351	165118	86337
8	92400	122094	166233	86783
9	103950	122837	167348	87229
10	115500	123581	168463	87675
11	127050	124324	169578	88121
12	138600	125067	170693	88567
13	150150	125811	171808	89013
14	161700	126554	172923	89459
15	173250	127297	174038	89905
16	184800	128041	175153	90351
17	196350	128784	176268	90797
18	207900	129527	177383	91243
19	219450	130271	178498	91689
20	231000	131014	179613	92135

Таблица 2. Влияние срока окупаемости на «точку окупаемости» системы

«Годовой доход» = («установочные платежи» + «ежемесячные платежи»*12)* «количество базовых контрактов»;

«Ежегодные затраты компании-оператора при сроке окупаемости 3 года» = («начальная стоимость системы» + «затраты на модемы» * «количество контрактов»)/3 + «ежемесячные затраты компании-оператора»*12;

«Ежегодные затраты компании-оператора при сроке окупаемости 2 года» = («начальная стоимость системы» + «затраты на модемы» * «количество контрактов»)/2 + «ежемесячные затраты компании-оператора»*12;

«Ежегодные затраты компании-оператора при сроке окупаемости 5 лет» = («начальная стоимость системы» + «затраты на модемы» * «количество контрактов»)/5 + «ежемесячные затраты компании-оператора»*12.

Далее приведены примеры расчета для одного базового контракта:

«Годовой доход» = $(1650 + 825 \cdot 12) \cdot 1 = 11550\$$;

«Ежегодные затраты компании-оператора при сроке окупаемости 3 года» = $(246994 + 2230 \cdot 1) / 3 + 2818 \cdot 12 = 116891\$$;

«Ежегодные затраты компании-оператора при сроке окупаемости 2 года» = $(246994 + 2230 \cdot 1) / 2 + 2818 \cdot 12 = 158428\$$;

«Ежегодные затраты компании-оператора при сроке окупаемости 5 лет» = $(246994 + 2230 \cdot 1) / 5 + 2818 \cdot 12 = 83661\$$.

Согласно расчетам «точка окупаемости» системы при сроке окупаемости 3 года – 12 базовых контрактов, при сроке окупаемости 2 года – 17 базовых контрактов, при сроке окупаемости 5 лет – 7 базовых контрактов.

Сроки окупаемости системы могут быть сокращены за счет предоставления других услуг универсальной телекоммуникационной сети, например, таких, как доступ к Интернет, голосовой сервис, доступ к информационным системам, доступ к публичным сетям и др.

Используя ту же методику можно получить зависимости «точки окупаемости» от абонентской платы (рис.5), от установочной платы (рис.6), от постоянных накладных расходов (рис.7).

Итоги расчета экономической эффективности

В условиях повышающегося спроса на услуги связи, задача создания сети передачи данных с возможностью интеграции услуг является актуальной, перспективной и экономически оправданной.

Затраты на создание сети, состоящей из пяти узлов и рассчитанной на подключение 40 портов Frame Relay, с учетом работ по инсталля-

ции, проектирования и содержания в течении трех лет ориентировочно составят 390 000\$.

Расчет экономической эффективности показал:

- Наибольшее влияние на показатели проекта оказывают срок окупаемости затрат (2,3,5 лет) и абонентская плата. Однако, необходимо отметить, что при возможном заметном увеличении постоянных ежемесячных затрат (учет коммунальных платежей, аренды площадей, дополнительных накладных расходов) возможно смещение «точки окупаемости» в сторону увеличения минимально необходимого числа контрактов. Таким образом, при значительном увеличении постоянных накладных расходов для обеспечения окупаемости системы потребуются заключение большего числа контрактов.
- Наименьшее влияние на «точку окупаемости» оказывает установочная плата. Уменьшение установочной платы может быть использовано для привлечения дополнительных клиентов.
- В изложенных выше расчетах наилучший результат – 7 клиентов, который достигается при 5 годах окупаемости проекта.
- При умеренных темпах роста числа клиентов (по 2 за квартал) система может быть полностью окуплена в течении 11 кварталов, т.е. – менее 3 лет.
- Для того, чтобы окупить систему в течении 3 лет достаточно заключить 12 типовых контрактов.

Заключение

Предлагаемые сегодня технические решения, основанные на передовых телекоммуникационных технологиях, способны удовлетворить потребности самого требовательного заказчика в лице оператора связи.

Задача выбора технологии и производителя может оказаться очень не простой. Проблема выбора заключается не только в проверке возможности решения поставленной задачи с помощью оборудования предлагаемого производителем, но и в оценке жизнеспособности самого производителя, его технических решений и экономической эффективности предлагаемого проекта.

Выбор известного производителя, как показывает практика, совсем не означает, что вложения в его технические решения и оборудование окажутся оправданными.

Приведенная в статье методика оценки экономической эффективности построения телеком-

муникационной сети оператора связи призвана оказать помощь операторам связи при принятии решения о расширении спектра услуг, модернизации сети, а также компаниям — инвесторам, решающим сделать вложения в телекоммуникационный бизнес.

Как операторам связи так и инвесторам следует обращать более пристальное внимание не только на техническую, но и экономическую обоснованность поступающих им предложений от постоянно их атакующих крупных и мелких диллеров, делающих свой «бизнес» на разнице в стоимости оборудования, и не забывать, что существуют специализированные компании — системные интеграторы, консультанты, основной «бизнес» которых проектирование и выполнение полного цикла работ по созданию сетей, начиная с проектирования, инсталляции оборудования и кончая сервисной поддержкой.

Оператору связи остается выбрать такого системного интегратора, который, основываясь на своем опыте, сможет квалифицированно выбрать необходимое для решения поставленных задач оборудование, при необходимости найти инвестора и предложить законченное, экономически эффективное, комплексное решение.

Приложение 1.

Passport 4400

Серия многофункциональных устройств доступа Passport 4400 (MSAD) позволяет снизить стоимость обмена информацией между небольшими/средними офисами посредством применения интеллектуальных алгоритмов сжатия и управления полосой пропускания. Голос, факс, видео, IP и Voice, fax, video, IP и трафик данных при этом передаются по одному WAN каналу.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Эффективное объединение голоса, факса, видео, IP/IPX и трафика данных в единую сеть.
- Встроенные функции маршрутизации IP/IPX.
- Признанное лидерство технологии ClearVoice®, основанной на стандарте G.729, позволяющей обеспечить качественную передачу голоса в полосе 8 кбит/с.
- Настраиваемое качество сервиса (QoS) для каждого телефона или факса.
- Динамическое добавление, удаление и изменение телефонных номеров на основе использования технологии самообучения.
- Для настройки SVC необходимы только адреса источника и получателя, при этом создается один виртуальный переход.
- Только 1 Frame Relay PVC необходимо организовать от любого отделения до центрального узла, чтобы обеспечить соединения «каждый с каждым».
- Построение сетей вплоть до тысяч узлов при условии применения Passport 6400.

Passport 4400 объединяет голос, видео, факс, IP/IPX и трафик данных в единую сеть, устраняя необходимость в дополнительном и параллельном (в смысле передачи информации) оборудовании. Интеллектуальная технология управления полосой пропускания (включая динамическое распределение полосы пропускания, сжатие голоса/данных, подавление пауз в разговоре и автоматическая демодуляция факса) снижает расходы за счет минимизирования требований к необходимой ширине полосы пропускания.

Сквозные виртуальные соединения динамически устанавливаются при необходимости, тем самым устраняя потребность в предварительной настройке соединений между узлами. Телефонные номера добавляются, удаляются и изменяются через самообучаемый directory server, что значительно упрощает эксплуатацию.

Гибкие планы номеров облегчают международное развертывание. Технология Frame Relay SVC облегчает предоставление и настраиваемый уровень QoS для каждого телефона, факса и запроса на передачу данных через единственный PVC, уменьшая расходы на WAN.

Модульный дизайн обеспечивает широкие возможности по наращиванию сервисов и развитию сети

Все 4400 модели имеют модульную конструкцию, что позволяет, используя различные карты расширения, добавлять и легко модифицировать по заказу пользователя спектр сервисов. Таким образом, в каждом индивидуальном случае, можно так сконфигурировать Passport, чтобы он наилучшим образом отвечал требованиям данного филиала/отделения предприятия. Как 3- так и 5-модульные устройства позволяют Вам сделать наиболее экономически выгодный выбор для каждого узла.

Интеллектуальное управление полосой пропускания

Passport 4400 использует новый, основанный на стандартах, протокол установления соединений, называемый Passport Access Network Link (PANL), который оптимизирует использование каналов (наиболее весомый компонент при решении задачи организации канала обмена информацией с отделением компании) для мультимедиа трафика. PANL разбивает длинные кадры данных, если необходимо, то вставляет чувствительные к задержке голосовые кадры и восстанавливает информацию на другом конце канала. Что обеспечивает значительный выигрыш по сравнению с другими MSAD, включая малую задержку голосового трафика и высокую надежность передачи данных по каналам WAN.

Passport 4400 поддерживает 2 уровня приоритизации трафика: Важность приложения и Чувствительность к задержке. Система управления трафиком обеспечивает надежную передачу данных для критичных к выполнению приложений и гарантированное качество для приложений чувствительных к задержке (голос, видео и т.д.). Система управления трафиком использует интеллектуальную систему обработки приоритетов, не позволяющую прекращать передачу низкоприоритетного трафика за счет обмена большими объемами высокоприоритетных данных.

Технология ClearVoice гарантирует высокое качество передачи голоса

Passport 4400 использует проверенную технологию ClearVoice, работающую более чем в 250,000 продуктах Nortel. Базирующаяся на стандарте ITU G.729 сжатия голоса ClearVoice использует высокопроизводительный сигнальный процессор для обеспечения высокого качества передачи голоса в полосе 8 кбит/с. Применение алгоритмов подавления пауз в разговоре и обнаружения активной речи позволяет экономить до 50 % и более ширины полосы пропускания. Passport 4400 предлагает экономически эффективное решение коммутации голоса и маршрутизации звонков, устраняя потребность в транзитных PBX.

Гибкий сервис маршрутизации данных ЛВС

Passport 4400 имеет встроенные функции маршрутизации IP и IPX трафика между отделением компании и центральным офисом. Эта поддержка для IP и IPX протоколов допускает быстрое и легкое развертывание сетевых приложений. К тому же, технология интеллектуальной маршрутизации Nortel гарантирует эффективное использование ширины полосы пропускания WAN.

Полный набор услуг WAN сетей

Passport 4400 — наиболее популярные в мире устройства передачи информации между офисами. Для того, чтобы поддерживать все разнообразие видов каналов передачи информации клиента, 4400 могут использовать в качестве резервной магистрали WAN соединения с PSTN или сетями Frame Relay, при этом обеспечивая динамическое управление шириной полосы пропускания для критичных к выполнению сервисов.

Характеристики устройств серии Passport 4400

Число слотов

- Passport 4450 — 5;
- Passport 4430 — 3;
- Passport 4455 — 5.

LAN

- 10 Мбит/с Ethernet — (10BaseT или AUI).

WAN

- T1 CSU/DSU;
- 56K/64K CSU/DSU;
- V.35/X.21/V.24;
- ISDN TA;
- U интерфейс (Северная Америка);
- S/T интерфейс (Европа, Япония, Австралия);
- E1 DSU;

- G.703/G.704 интерфейс;
- 120 Ом на витой паре и 75 Ом на коаксиале.

Оцифрованный голос

- T1 голосовой модуль (TVM);
- 1 или 2 DSX-1 и DS-1 интерфейсы и 2 порта данных;
- E1 голосовой модуль (EVM);
- 1 или 2 G.703/G.704 интерфейсы и 2 порта данных;
- Digital Voice Expansion Module (DVEM);
- каждый DVEM поддерживает 12 DVM;
- TVM / EVM плюс 2 DVEM поддерживают 24 или 30 голосовых канала;
- ISDN BRI Голосовой модуль;
- 1 BRI порт (S/T интерфейс);
- ETSI Q.SIG сигнализация.

Аналоговый голос

- Аналоговый голосовой модуль (AVM), настраиваемый как:
 - FXS (телефон);
 - FXO (телефонная сеть);
 - E & M (PABX) типов I, II, IV, и V.
- 1 или 2 голосовых порта.

Обновление программного обеспечения

- Через встроенную двухбанковую flash RAM.
- Хранение 2 независимых версий программного обеспечения.

Коммутация голоса

- Голосовые звонки маршрутизируются между двумя любыми Passport 4400 в сети или между портами Passport 4400.

Телефонная сигнализация

- FXS, FXO;
- Digital Wink start;
- Hoot & Holler for Financial Trader/Broker Applications;
- E&M Wink Start, Ron Tron, Immediate start;
- ISDN BRI ETSI Q.SIG;
- CAS (R2 Q.421, tie trunk, tie invert, DCA, inverted DC, pulsed DC, R2/V1, R2/V2, tie trunk seize acknowledge);
- прозрачная передача CCS.

Сжатие голоса

- ITU G.729 CS-ACELP (8 кбит/с).

Демодуляция факса

- Для всех голосовых каналов. Конвертирование аналогового сигнала факса в оригинальную цифровую форму 9.6 кбит/с (G-3 факса).

IP/IPX маршрутизация

- Маршрутизация ARP в IP и SAP/RIP в IPX с целью экономии полосы пропускания WAN.
- Только для IPX RIP/SAP дельта-передача для экономии полосы пропускания WAN.
- Маршрутизация/бриджинг протоколов IP/IPX.
- Прозрачный бриджинг для всех других протоколов.
- Работа с другими маршрутизаторами на основе стандарта RFC 1490.
- Протокол маршрутизации RIP v2.

Сквозные (из конца в конец) виртуальные соединения

- Управление QoS на базе SVC.

SVC/PVC

- Соединения по WAN каналам с использованием механизмов SVC в одном PVC обеспечивает возможность использования услуг Frame Relay сетей общего доступа.
- SVC используются для предоставления услуг, требующих динамического соединения, что упрощает установления соединений любого с любым.

Frame Relay UNI

- Функция доступа к Frame Relay сетям для соединения с маршрутизаторами (FRADS).
- Необходимы только источник и адресат для предоставления DLCI независимо от числа переходов в сети.

Функция прозрачной передачи данных

- Передача трафика данных с использованием функции прозрачной передачи данных HDLC (HTDS).
- Передача не HDLC трафика с использованием функции постоянной скорости передачи битов (CBR).

Резервирование WAN соединений

- При нарушении WAN канала передачи информации, предоставляет резервное через ISDN или PSTN или Frame Relay сеть.

Развитая система управления

- Система управления устройствами основана на SNMP с использованием платформ управления типа HP/OV.
- Инструментарий для быстрой инсталляции под MS Windows.

Приложение 2.**Оборудование Passport 6400**

Серия Passport 6400 WAN коммутаторов предприятия сокращает время внедрения новых приложений, позволяет облегчить развитие сети и снизить расходы на ее эксплуатацию. Серия масштабируемых, многофункциональных коммутаторов предприятия Passport 6400 включает в себя следующие модели: Passport 6480, 6440 и 6420. Серия Passport 6400 объединяет LAN/WAN сетевые технологии в одно легкоуправляемое решение. Серия многофункциональных коммутаторов Passport позволяет организовать предприятиям эффективную одновременную передачу всех типов данных ЛВС, голоса и видео, используя выделенный канал, частные и общего использования сети Frame Relay или ATM.

Эти продукты позволяют сетевым администраторам предприятия:

- **минимизировать общие расходы на сеть**

Серия Passport 6400 позволяет объединять различные типы трафиков: ATM, голос и видео, Frame Relay, LAN, SNA и APPN и др. в единую сеть и поддерживает при этом широкий спектр различных вариантов транковых соединений, обеспечивая экономию за счет эффективного использования полосы пропускания и интеграции услуг. Предприятия могут использовать Passport для построения частных сетей на основе арендованных каналов связи, эволюционируя от существующих TDM-сетей к ATM и динамическому распределению полосы пропускания для новых приложений, при этом снижая свои расходы. Наконец, большие возможности обработки голоса с применением компрессии и передовой технологии передачи голоса (Voice Networking) позволяет Passport интерпретировать протоколы PBX и напрямую маршрутизировать каждый звонок. Это дает возможность отказаться от применения тандемных PBX и, как следствие, облегчает сетевое планирование и значительно снижает стоимость сети. Passport позволяет организовывать простые и гибкие соединения с ATM или Frame Relay сетями поставщиков телекоммуникационных услуг, увеличивая эффективность использования арендованных каналов связи при развитии корпоративных сетей передачи информации.

• **увеличить производительность сети**

Серия устройств Passport повышает эффективность использования сетевых ресурсов и минимизирует влияние перегрузок и сбоев оборудования. Интеллектуальная Многофункциональная Система Приоритетов (MPS) оптимизирует использование ресурсов, динамически распределяет ширину полосы пропускания, снижает перегрузку трафика и минимизирует сетевые задержки, гарантируя уровни сервисов для всех типов трафика. Характеристики межсетевой коммутации Passport включают в себя: встроенную коммутацию и многопротокольную маршрутизацию, а также реализацию передовых промышленных стандартов фильтрации. Маршрутизация голоса в реальном времени устраняет сетевые издержки и необходимость в дополнительном оборудовании, обеспечивая высокое качество голоса при использовании минимально возможной полосы пропускания.

Passport реализует промышленный стандарт коммутации 3-го уровня. Коммутация виртуальных сетей (VNS) устраняет задержки, связанные с маршрутизацией сетевого уровня, представляя сетевым администраторам WAN в виде виртуальных частных сетей, что позволяет упростить настройку и добавление новых сетевых узлов.

Коммутация виртуальных сетей обеспечивает гибкий транспорт передачи ячеек и кадров и увеличивает производительность межсетевого обмена, используя алгоритмы бриджинга для маршрутизируемых протоколов (IP и IPX).

• **обеспечить гибкость, надежность и безопасность LAN/WAN сетей**

Применение устройств серии Passport 6400 увеличивает гибкость сети предприятия, предлагая различные варианты организации магистральных соединений. Серия Passport 6400 предлагает основанное на стандартах решение для организации корпоративных сетей поверх ATM или Frame Relay сетей операторов связи. Это позволяет создавать экономически эффективные и надежные гибридные сети. Высокая надежность устройств серии Passport (вплоть до 99.999%) обеспечивается параллельным резервированием источников питания и процессорных модулей. Устройства серии Passport 6400 поддерживают промышленный стандарт NetSentry, занимающий лидирующее положение в программном обеспечении фильтрации пакетов и защиты сетей от несанкционированного доступа (firewall). Использование параметров «просмотр и обнаружение» позволяет отслеживать состояние сети на предмет несанкционированного вторжения и сообщать системе управления. До-

полнительно к системе обнаружения вторжения клиенты предприятия могут использовать достоинства реализации технологии INTRANET для организации доступа к корпоративным данным из сетей общего доступа.

• **Оптимизировать использование сетевых ресурсов**

Развитая система управления трафиком Passport характеризуется возможностями динамического распределения полосы пропускания и интеллектуальной системой присвоения приоритетов. Это позволяет организовывать обмен информацией через WAN, как если бы для каждого типа трафика использовалась отдельная сеть передачи информации. Уровни приоритетов Passport позволяют сетевому администратору модифицировать по заказу пользователя приоритеты объединенного трафика, чтобы удовлетворить растущие требования к надежному обмену информацией, при этом оптимизируя использование ширины полосы пропускания и, как следствие, общую производительность сети. Выше перечисленные характеристики технологии Passport позволяют не только защитить инвестиции в информационные технологии, но и сократить срок их окупаемости.

Характеристики устройств серии Passport 6400

Число слотов

- Passport 6480 — 16.
- Passport 6440 — 5.
- Passport 6420 — 3.

Межсетевая коммутация

- сетевых протоколов, включая TCP/IP и Novell IPX;
- алгоритмы бриджинга, включая прозрачный мост, мост с маршрутизацией от источника, прозрачный с маршрутизацией от источника IEEE 802.9, инкапсуляция в FDDI;
- протоколы маршрутизации RIP, EGP и OSPF;
- средства улучшенной фильтрации;
- RFC 1483 LAN поверх ATM;
- RFC 1490 LAN многопротокольные соединения поверх Frame Relay.

Поддержка APPN

- Network Node dependent LU requester (DLUR);
- высокопроизводительная маршрутизация.

ATM

- высокопроизводительная ATM коммутация virtual channel и virtual path SVC и SPVC;

- ATM trunking4;
- ATM UNI (в соответствии с ATM Forum 3.0/3.1);
- адаптация всех функциональных возможностей Passport в ATM;
- большое разнообразие физических интерфейсов ATM;
- traffic policing and shaping;
- AAL1 structured and unstructured circuit emulation;
- инверсное мультиплексирование ATM (IMA).

Протоколы сетей передачи голоса

- QSIG – ECMA на E1/DS1 NIS (Северо-Американский ISDN);
- CAS (DTMF внутренняя сигнализация и TTC-2M).

Организация передачи голоса

- ADPCM сжатие;
- обнаружение передачи факса и модема;
- активное обнаружение вида активности на линии речь/факс;
- автоматическая классификация звонков голос/данные.

Прозрачная передача данных

- Бит-прозрачные соединения.
- Прозрачные соединения HDLC.

Frame Relay

- высокоскоростные интерфейсы;
- дифференцированное управление классами трафика;
- коммутируемые виртуальные пути (SVC);
- постоянные виртуальные пути (PVC);
- межсетевое взаимодействие Frame Relay-ATM;
- Frame Relay trace.

Транки

- от 9.6 кбит/с до 155 Мбит/с (OC-3c).

Высоконадежная система маршрутизации

Многопротокольная система маршрутизации, одновременно обеспечивающая:

- динамическую пакетную маршрутизацию трафиков ЛВС и данных;

- систему маршрутизации соединений для прозрачной передачи данных и голоса.

Физические интерфейсы

- V.11 (X.21), V.35;
- DS1, E1 channelized и unchannelized;
- DS1, E1, TTC-2M голос;
- DS3, E3;
- HSSI;
- FDDI, Fast Ethernet, Ethernet, Token ring;
- DS1, E1 ATM;
- DS3, E3 ATM;
- OC-3c, STM-1 ATM;
- J2 ATM.

Сетевое управление

- На основе платформ NMS Advisor и HP OpenView;
- SNMP – совместимая система управления устройствами;
- API для интеграции с приложениями других производителей;
- накопление на коммутаторе информации об ошибках, статистики, информации системы регистрации пользователей и описание событий;
- инструмент планирования и анализа сети;
- система регистрации.

Управление сервисами

- мониторинг производительности;
- настраиваемая система генерации отчетов SLA;
- система доступа с использованием Web-навигаторов;
- сервис-ориентированный просмотр ATM, Frame Relay, голоса, SNA и X.25.