

HUGHES
NETWORK SYSTEMS



Direcway

СИСТЕМА DIRECWAY®
ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Апрель 2004
Москва

1.0 ВВЕДЕНИЕ

Применение системы DIRECWAY позволяет обеспечить эффективные, защищенные, интерактивные линии связи высокого качества с сотнями и даже с десятками тысяч удаленных пунктов. Периферийные терминалы DIRECWAY могут обеспечивать двустороннюю спутниковую связь или же только принимать спутниковое вещание, используя имеющуюся наземную инфраструктуру для трафика обратных каналов.

Система DIRECWAY уже доказала на практике свою надежность и эффективность: по всему миру установлено и работают более 300 тысяч периферийных терминалов, при этом более 50 тысяч из них обслуживают компании нефтегазовой промышленности (Exxon Mobil, BP, Shell и другие).

Настоящий документ предназначен, в первую очередь, для обсуждения следующей технологии: широкополосная спутниковая система DIRECWAY с ее различными применениями, предоставляющими множество услуг для предприятия. Эти услуги включают широкополосный доступ в Интернет и внутри корпоративную сеть, просмотр сайтов глобальной сети, передачу файлов и данных, электронную почту, пакетную передачу и групповую адресацию, потоковую передачу аудио и видео данных, видео контроль, речевую связь по протоколу IP, последовательную синхронную и асинхронную передачу данных. Перечень возможных услуг и приложений не ограничивается перечисленными выше.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОМПАНИИ HUGHES NETWORK SYSTEMS (HNS)

Компания HNS является ведущим мировым поставщиком широкополосных спутниковых сетей для корпоративных и индивидуальных пользователей, согласно последнему отчету аналитической компании COMSYS HNS занимает более 60% этого рынка. HNS отгрузил более 600 тысяч земных станций VSAT различного типа и свыше 300 тысяч терминалов DIRECWAY. В России и СНГ HNS заключил контракты с 6 операторами на поставку центральных станций DIRECWAY и более 11 тысяч периферийных терминалов, что вывело компанию в положение ведущего поставщика широкополосных спутниковых систем в данном регионе. Кроме того, HNS – основной поставщик спутниковых систем мобильной связи и абонентских терминалов, а также ведущий производитель спутниковых телевизионных приемников DIRECTV®: продано более 14 миллионов комплектов. HNS сыграла ведущую роль в разработке и принятии стандарта DVB-S2, а также одобренного TIA открытого стандарта IroS (IP через Спутник). Штаб-квартира компании находится в городе Джермантаун, США, недалеко от Вашингтона, и более 30 филиалов и представительств расположены по всему миру. Одно из представительств находится в Москве.

Система обеспечения качества компании и её заводов сертифицирована на соответствие стандарту ISO9001:2000.

ВЫБОРОЧНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ HNS DIRECWAY

Страна	Тип Терминалов	Место расположения ЦС	Оператор	Количество терминалов
США/ Северная Америка	DW1000/DW3000/ DW4000/DW4020/ DW6000/DW6040	Джермантаун, Мэриленд, США	HNS	Более 250 000
Германия/ Европа	DW1000/DW3000/ DW4000/DW4020/ DW6000	Грисхайм, Германия	HNS Europe	Более 25 000
Эфиопия	DW4000/DW4020 DW6000/DW6040	Грисхайм, Германия	AfSat	Более 500
Кения	DW1000	Кения	Telkom Kenya	Более 500
Южная Африка	DW1000	Южная Африка	Telkom SA	Более 600
Тунис	DW1000	Тунис	Tunisia Telecom	Более 500
Испания	DW3000/DW4000/ DW4020	Мадрид, Испания	Telefonica	5 000
Австралия	DW3000/DW4000/ DW4020	Сидней, Австралия	Ericsson	Более 9 000
Украина	DW1000 DW6000/DW6040	Киев, Украина	ДатаСат	Более 500
Украина	DW1000 DW3000/DW6000	Киев, Украина	УкрСат Апрель 2004	Более 300
Украина	DW6000/DW6040/ DW6030	Киев, Украина	СатЛайн Май 2004	Более 500
Россия	DW3000/ DW4000	Москва, Россия	Кросна	DW3000 – 9 000 DW4000 - 250
Россия	DW4000/ DW4020/ DW6040	Москва, Россия	TM SAT Июнь 2004	Более 400
Россия	DW3000/ DW4000	С-Петербург, Россия	Федеральный Центр РУННЕТ Июль 2004	Более 200

Крупнейшие пользователи услуг DIRECWAY в Северной Америке, с количеством терминалов более 3 тысяч.

BP Amoco	6 000 терминалов	Chrysler	5 300 терминалов
Chevron	6 800 терминалов	General Motors	8 000 терминалов
ExxonMobil	13 000 терминалов	Texaco-Shell	13 700 терминалов
Ford	6 000 терминалов	Edward Jones	8 500 терминалов
AutoZone	3 100 терминалов	Walgreen	3 200 терминалов

2.0 СИСТЕМА DIRECWAY

Рынок деловой и корпоративной связи требует широкополосных решений, которые обеспечивают реализацию новых приложений, связанных с текущей работой всех офисов и отделений компании или фирмы, расположенных в разных географических точках. Наиболее дешевым и быстрым по развертыванию системы является широкополосная спутниковая система связи, которая обеспечивает:

- Быстрый, по сравнению с наземными сетями, ввод в эксплуатацию всех терминалов, независимо от их месторасположения;
- Доступность связи для всех точек в пределах зоны обслуживания спутника;
- Всегда включенное оборудование и непрерывное обслуживание;
- Широкополосные услуги связи и возможности эффективной передачи широковещательных и многоадресных сообщений;
- Передачу речи по протоколу IP.

HNS предлагает решение на основе системы DIRECWAY и имеет для этого следующие основания:

- Работа системы DIRECWAY проверена реальным опытом эксплуатации, показывающим, что система имеет наилучшие характеристики по сравнению с аналогичными системами, предлагаемыми сегодня на мировом рынке, а возможности системы таковы, что для удовлетворения запросов и требований самых разнообразных клиентов не требуется никаких доработок системы; поэтому компания, развертывающая такую систему, не несет практически никакого потенциального риска при дальнейшем ее использовании.
- Инфраструктура широкополосной системы дает возможность дополнять и наращивать возможности предоставления различных услуг. Предлагаемая HNS инфраструктура услуг основана на многолетнем успешном опыте в области разработки, установки и эксплуатации систем спутниковой связи, а также на опыте осуществления масштабных проектов, особенно для нужд автомобильной промышленности, банковского сектора, розничной торговли и целевой рекламы. В настоящее время более 300 тысяч пунктов по всему миру используют широкополосные услуги HNS.

2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ DIRECWAY

Система DIRECWAY является самой передовой из всех предлагаемых сегодня на рынке широкополосных спутниковых систем связи. DIRECWAY предназначена для обеспечения широкого перечня широкополосных услуг и приложений. Оборудование DIRECWAY имеет доказанную на практике высокую надежность и в совокупности с превосходным программным обеспечением гарантирует высочайшие характеристики и самое эффективное использование частотного ресурса космического сегмента.

Система DIRECWAY имеет топологию типа «звезда» (см. **Рис. 2-1**). В системе DIRECWAY для организации прямого широковещательного канала используется совместимая со стандартом DVB-S несущая, излучаемая операционным центром сети (NOC - Network Operations Center), и множество обратных каналов, основанных на методе многостанционного доступа с временным разделением (TDMA), для обеспечения доступа практически неограниченного количества периферийных терминалов в Интернет и корпоративные сети Интранет.

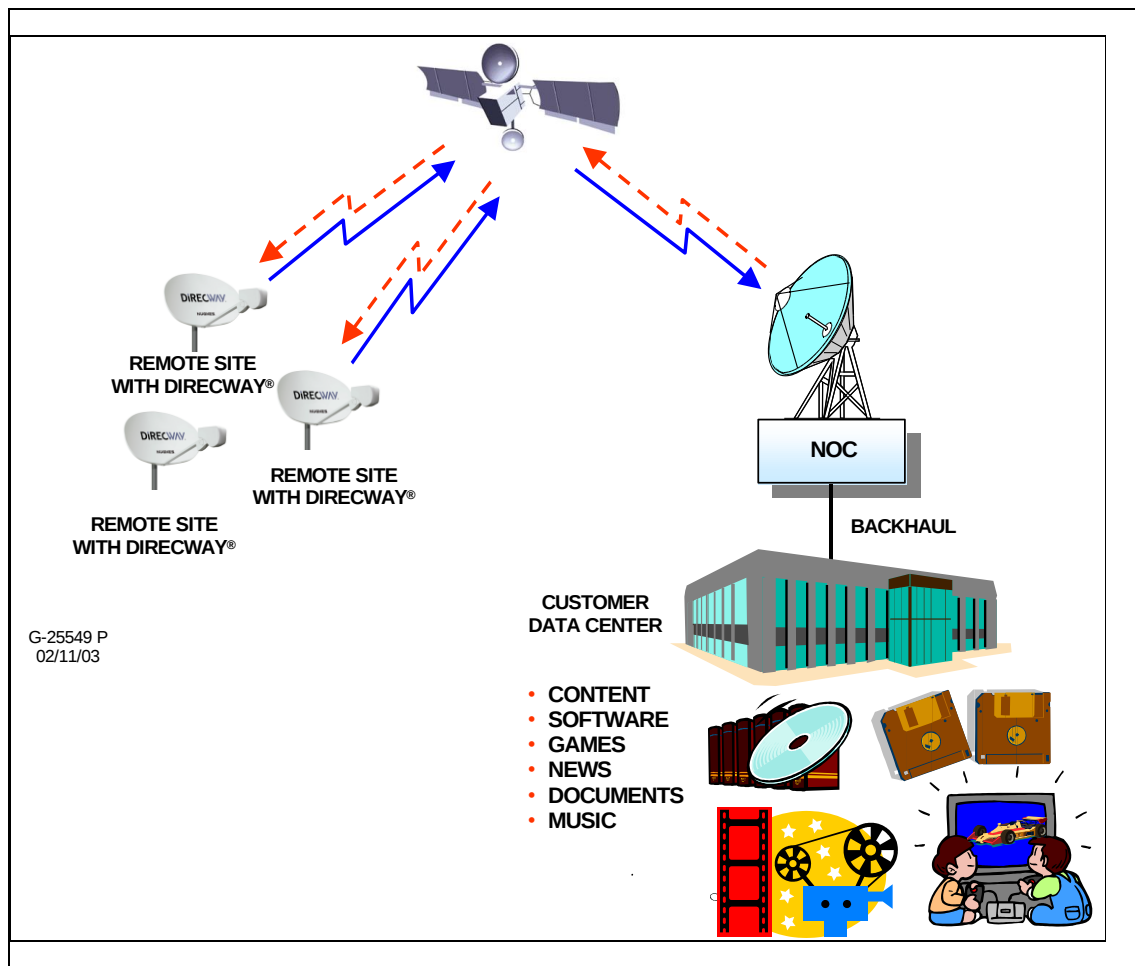


Рис. 2-1. Компоненты и услуги системы DIRECWAY

Платформа DIRECWAY обеспечивает большой диапазон широкополосных услуг для обслуживания корпоративных пользователей, в том числе:

- **Широкополосная связь на основе Интернет протоколов (IP)** – Высокоскоростная передача информации в режиме он-лайн между периферийными пунктами и серверами для соответствующих приложений. Позволяет создавать частные сети с использованием ускорителей системы DIRECWAY, которые улучшают характеристики и эффективность работы сети. Характеристики приложений (интерактивных или передачи файлов), используемых тем или иным сервисным терминалом, можно независимо изменять с помощью параметров разработанного HNS ускорителя Performance Enhancing Proxy (PEP).
- **Доступ Турбо Интернет/Интранет®** – Высокоскоростная экономически эффективная Интернет услуга широкополосного доступа, при которой система DIRECWAY обеспечивает передачу IP трафика между периферийными терминалами и сетью Интернет. Периферийным терминалам могут назначаться как адреса общего пользования, так и адреса частных сетей. Характеристики протокола TCP (Transmit Control Protocol) и вэб браузеринга значительно улучшены с помощью передовых возможностей системы DIRECWAY.
- **Доставка пакетов информации** – Механизм многоадресной передачи файлов пакетов информации обеспечивает эффективную и надежную одновременную передачу любой совокупности файлов выборочной группе периферийных пользователей. Надежная доставка

информации гарантируется разными методами, в том числе подтверждением приема и наилучшей попыткой.

- **Декодирование видео информации** – Терминал DIRECWAY может конфигурироваться с использованием опционного MPEG (Motion Pictures Expert Group) видео декодера, который обеспечивает прием и декодирование многоадресных потоков видео информации. Существующая технология MPEG кодирования позволяет экономически эффективно кодировать видео информацию источника и передавать ее на NOC и далее в прямом канале системы со скоростью менее 1,5 Мбит/с
- **Телефония** – С помощью разработанного HNS блока передачи речи, подсоединяемого к терминалу DIRECWAY, обеспечиваются высококачественные услуги телефонии и передачи факсов между периферийными пунктами и телефонной сетью общего пользования (ТФСОП).
- **Поддержка последовательных протоколов** – Обеспечение передачи информации с использованием существующих последовательных протоколов, таких как X.25, XPAD, SDLC, а также протоколов, используемых при верификации кредитных карт. Эти услуги поддерживаются с помощью простого подключения к терминалу DIRECWAY разработанного HNS блока приложений последовательной передачи данных.

Система DIRECWAY обеспечивает самые современные многообразные особенности, разработанные для эффективной поддержки приложений клиентов системы. Наиболее важные особенности системы DIRECWAY перечислены ниже:

- **Встроенная система безопасности сети** – Встроенная система безопасности связи в сети DIRECWAY является стандартной функцией. Все данные в прямом широкополосном канале передаются в закодированном виде. Для обеспечения гарантии, что только авторизованные терминалы могут входить в частную сеть, предусмотрена система условного доступа.
- **Масштабируемость** – Модульная архитектура системы DIRECWAY позволяет расширять сеть для обслуживания сотен тысяч периферийных пунктов. Система DIRECWAY может работать одновременно через несколько стволы ретрансляции и даже через несколько спутников связи, гарантируя необходимое увеличение пропускной способности сети.
- **Эффективное использование полосы обратных каналов** – В широкополосной системе DIRECWAY для организации обратных каналов применяются несущие, работающие в режиме многостанционного доступа с временным разделением (TDMA) и имеющие модуляцию OQPSK (офсетную квадратурную фазовую модуляцию), что обеспечивает эффективное использование полосы при низкой стоимости периферийных терминалов. Избранный метод многостанционного доступа и тип модуляции в сочетании с бесконфликтным способом доступа периферийных терминалов к обратным каналам, который обеспечивает более чем 89% использование емкости обратных каналов, гарантируют высокие характеристики надежности и пропускной способности обратных каналов.
- **Высокоскоростной прямой канал DVB формата** – Сеть DIRECWAY соответствует общепринятому стандарту DVB-S. Это позволяет мультиплексировать прямой канал системы DIRECWAY с другими потоками DVB-S потоками. Скорость передачи в прямом канале может выбираться в пределах от 5 Мсимв/с до 30 Мсимв/с.
- **Ускоритель РЕР для протокола TCP** – HNS является ведущей компанией в области спутниковой связи по разработке программного обеспечения для улучшения пропускной

способности и времени отклика для Интернет приложений при одновременной минимизации полосы, необходимой для обслуживания этих приложений. Все терминалы DIRECWAY используют ускоритель PEP, который включает спуфинг TCP протокола в обоих направлениях, сжатие данных и заголовков, уровни IP приоритетов, уменьшение количества посылаемых квитанций и мультиплексирование сообщений.

- **Управление уровнями обслуживания** – Система DIRECWAY позволяет выбирать и устанавливать сервисные планы, поддерживаемые политикой «справедливого доступа», которая гарантирует, что все абоненты имеют равный доступ к системе в соответствии с критериями информационной скорости и уровня характеристик. Операторы услуг могут также использовать эту особенность, чтобы предлагать своим клиентам различные уровни услуг, например, разные тарифные планы, зависящие от скорости передачи данных.
- **Встроенные функции маршрутизатора** – Терминалы DIRECWAY поддерживают некоторые встроенные функции маршрутизации, что в общем случае исключает необходимость установки внешнего маршрутизатора в периферийном пункте. Выполняемые терминалом функции маршрутизации включают гибкую адресацию с поддержкой протокола RIP (Routing Information Protocol), перевод сетевых адресов и адресов портов, функции сервера DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), DNS (domain name system) кэширование, функции брандмауэра (firewall).
- **Широкая номенклатура широкополосных терминалов** – Платформа DIRECWAY поддерживает широкий ряд как только приемных, так и приемопередающих терминалов. При этом терминалы имеют уникальные особенности, такие как встроенный MPEG декодер, поддержка сдвоенных локальных сетей (LAN), передача речи по Интернет протоколу (VoIP), доставка пакетов информации, жесткий диск для вэб кэширования и проигрывания аудио/видео.
- **Увеличенный набор услуг** – Увеличенные полоса и скорости передачи данных позволяют поддерживать разнообразные широкополосные приложения, такие как потоковая передача мультимедийной информации, интерактивное дистанционное обучение, доставка контента, деловое телевидение и телевидение для целей обучения, Интернет, электронные платежи, музыка, сообщения и т.п.

Эти самые современные функции позволяют операторам предоставлять передовые услуги высшего качества при минимизации затрат в течение жизненного цикла системы.

2.1.1 Встроенная система безопасности сети

В системе DIRECWAY используется многоуровневая схема шифрования, включающая ключи на основе как оборудования, так и программного обеспечения, в сочетании системой условного доступа, что гарантирует безопасность передачи данных в сети. Эта стандартная для системы особенность, исключительно важная при оказании услуг корпоративным и частным клиентам, отличает технологию DIRECWAY от других включают:

- Кодирование всех данных, передаваемых в прямом канале
- Система условного доступа (CA - Conditional Access), которая подвергает аутентификации деятельность каждого пользователя сети и гарантирует, что к определенным данным имеют доступ только авторизованные пользователи.
- Шифрование и защита с помощью условного доступа реализуются с помощью специализированной интегральной схемы (ASIC), которая защищена от неумелого

обращения. HNS уверена, что используемая система условного доступа никем никогда не была взломана.

Существенным элементом способности защитить целостность сети DIRECWAY является тот факт, что HNS создала (и контролирует) собственные решения для важных транспортных технологий. Этот опыт позволил HNS встроить систему безопасности в специализированные интегральные схемы периферийных терминалов и, таким образом, предотвратить взлом системы хакерами. Затрудняющее подделку исполнение специализированной интегральной схемы для периферийного оборудования имеет защиту от извлечения ключей шифрования из оборудования; соответствующие меры включают защиту от воздействия любых внешних по отношению к интегральной схеме сигналов, а также от разборки оборудования для анализа. HNS уверена, что эти особенности являются существенным отличием системы DIRECWAY от любых других предлагаемых на рынке спутниковых решений.

Кроме основных особенностей условного доступа и шифрования, следует также рассмотреть вопрос безопасности со следующих исключительно важных позиций:

- Безопасность связи в прямом канале
- Безопасность связи в обратных каналах
- Безопасность связи на периферийных терминалах

В последующих разделах рассмотрены методы обеспечения безопасности связи в перечисленных выше элементах системы.

2.1.1.1 Безопасность связи в прямом канале

Все данные, передаваемые в пределах системы DIRECWAY, проходят через операционный центр NOC, который излучает широкополосные IP данные в DVB несущей прямого канала. NOC использует многозвенную систему кодирования, которая обеспечивает защиту данных, передаваемых в сети DIRECWAY, от несанкционированного доступа. NOC системы DIRECWAY производит индивидуальное кодирование каждой Интернет/ Интранет сессии (как одноадресной, так и многоадресной) с помощью уникального ключа сессии, что ограничивает доступ к потоку данных. При активации терминала DIRECWAY его идентичность удостоверяется для NOC в зашифрованном виде на основе сообщения с электронной «подписью», подтверждающей, что данный терминал авторизован для получения услуг. После ввода терминала в сеть NOC, используя уникальные программные ключи, привязанные к идентификатору оборудования терминала, посылает на терминал отдельные программные ключи для каждой многоадресной или одноадресной сессии. В результате, данный терминал получает только адресованную специально ему информацию о ключах (в зашифрованном виде) и, таким образом, способен расшифровывать и принимать только те данные, которые предназначены именно этому терминалу.

2.1.1.2 Безопасность связи в обратных каналах

Прямой спутниковый канал (от НОС к периферийным терминалам) защищен с помощью описанной выше системы шифрования. Обратные каналы рассматриваются как защищенные по своей сути за счет метода работы. Утверждение основано на том, что обратный канал не является непрерывной несущей от передатчика, а представляет собой последовательность импульсных сигналов, каждый длительностью несколько миллисекунд. При методе многостанционного доступа с временным разделением (TDMA) передатчики множества периферийных терминалов излучают импульсные сигналы в выделенные им временные интервалы на одной несущей или в рамках общего набора несущих. method of transmission is used, which means that multiple transmitters (from different sites) will be using the same channel or set of channels for transmission. Импульсные сигналы поступают буквально от тысяч различных передатчиков, т.е. от всех активных в данное время терминалов DIRECWAY. Частоты несущих обратных каналов, на которых осуществляется передача, изменяются от одной пользовательской сессии к другой, что значительно затрудняет перехват передаваемых данных. Метод доступа терминалов к обратным каналам основан на собственном алгоритме, разработанном HNS, и использует передаваемые в прямом канале специальные данные; таким образом, необходимым условием успешного перехвата данных в обратных каналах является постоянный успешный мониторинг и дешифровка данных в прямом канале.

2.1.1.3 Обеспечение безопасности связи терминалами DIRECWAY

Терминалы DIRECWAY производятся с встроенными криптографическими средствами, сильно затрудняющими подделку и несанкционированный доступ. Эти особенности безопасности связи основаны на специализированной интегральной схеме, которая программируется только один раз и в которую в процессе производства записываются данные уникального для данного терминала ключа. Криптографические средства могут расшифровывать данные только на базе сведений о ключе сессии, формируемых операционным центром DIRECWAY специально для криптографического средства данного терминала. Периферийный терминал не может быть использован для эмуляции другого терминала с целью приема данных, предназначенных другому пользователю, кроме того, он не может быть использован и в качестве универсального оборудования шифрования или дешифровки.

2.1.2 Масштабируемость системы

Система DIRECWAY разработана с возможностью наращивания для обслуживания миллионов клиентов. Система DIRECWAY может также масштабироваться в меньшую сторону, обеспечивая на начальном этапе развития сети поддержку небольшого числа пользователей, совместно использующих ограниченный набор ресурсов. В зависимости от требований к трафику в сети операционный центр DIRECWAY может быть с легкостью сконфигурирован для обслуживания трафика, распределенного между несколькими стволами одного спутника, или даже между несколькими спутниками связи.

Одно из преимуществ системы DIRECWAY состоит в простоте её расширения при введении в систему новых приложений и периферийных терминалов. При увеличении пропускной способности прямого и обратных каналов соответствующее изменение конфигурации периферийных терминалов, необходимое для работы с новыми значениями пропускной способности, не требует выезда специалиста на место установки терминала. Это позволяет осуществлять развитие и изменение конфигурации сети из центральной точки, без дополнительных затрат на командирование специалистов. Кроме того, за счет централизованного управления все изменения производятся исключительно быстро.

Архитектура операционного центра системы DIRECWAY разработана с учетом модульного наращивания. Эта архитектура позволяет легко и быстро наращивать систему для удовлетворения требований увеличившейся трафиковой нагрузки и/или сегментации трафика между множеством клиентов, совместно пользующихся услугами операционного центра. Оборудование демодуляторов импульсных сигналов обратных каналов, сетевого управляющего кластера системы DIRECWAY (DNCC - DIRECWAY Network Control Cluster) и Интернет шлюзов может быть дооснащено соответствующими модулями для поддержки увеличившегося трафика в сети.

2.1.3 Гарантированная полоса обратных каналов

Способность системы гарантировать определенную пропускную способность используется для обеспечения доступности полосы в обратных каналах в соответствии с требованиями Сервисного Плана для клиентов системы (SCP - Customer Service Plan). В результате клиенту гарантируется, что ему будет предоставлена та пропускная способность обратных в обратных каналах, которая соответствует назначенному ему уровню обслуживания, независимо от объема трафика, генерируемого другими пользователями. При этом под клиентом понимается как индивидуум, установивший терминал DIRECWAY, так и корпоративный клиент, имеющий частную сеть с тысячами периферийных терминалов. Эта же особенность используется и для поддержки ряда специфических приложений, требующих для работы в реальном масштабе времени выделенной или фиксированной пропускной способности в обратном канал, например, IP телефонии.

В первую очередь полоса в обратном канале выделяется тем клиентам, которые должны получить гарантированную полосу в рамках общего пула обратных каналов. Выделяемая полоса зависит от запросов на предоставление полосы, поступающих от терминалов этих активных клиентов. Остающаяся полоса обратных каналов распределяется среди тех клиентов, чей сервисный план не предусматривает гарантированную полосу. Таким образом, суммарная пропускная способность обратных каналов оказывается полностью распределенной среди всех работающих пользователей.

2.1.4 Высокоскоростной прямой канал DIRECWAY стандарта DVB-S

Высокоскоростной прямой канал системы DIRECWAY соответствует принятому промышленностью стандарту DVB-S. Прямой канал поддерживает скорости передачи данных от 1,25 до 30 Мсимв/с, модуляцию QPSK и каскадное кодирование Рида-Соломона и Витерби, что является требованием стандарта DVB.

Прямой DVB-S канал DIRECWAY имеет следующие характеристики:

- Соответствие стандарту DVB: ETS 300–421 Satellite Frame Structure (DVB-S)
- Модуляция: QPSK
- Символьная скорость: 1,25; 2,5; 5–30 Мсимв/с (символьная скорость в диапазоне от 5 до 30 Мсимв/с меняется с шагом 0,5 Мсимв/с)
- Помехоустойчивое кодирование: каскадное Рида-Соломона и Витерби с исправлением ошибок (FEC) (DVB стандарт)
- Скорости кодирования: Рида-Соломона- 188/204 (DVB); Витерби 7/8, 5/6, 3/4, 2/3 или 1/2
- Скорость передачи: в зависимости от комбинации символьной скорости и скорости кодирования до 48 Мбит/с (60 Мбит/с при использовании модуляции 8PSK, что планируется ввести в систему в 2004 году).

- Коэффициент ошибки на бит: 10^{-10} или менее

Зависимость минимального отношения E_b/N_0 (в петле через спутник) от скорости кодирования FEC для разных требований к коэффициенту ошибки BER приведена в следующей таблице.

FEC	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
BER 1E-10	4,0 дБ	4,5 дБ	5,0 дБ	5,5 дБ	6,0 дБ
BER 1E-8	3,8 дБ	4,3 дБ	4,8 дБ	5,3 дБ	5,8 дБ

Характеристики DVB-S несущей прямого канала

Символьная скорость, Мсимв/сек	Занимаемая полоса, МГц	Информационная скорость, Мбит/сек, для различных скоростей кодирования FEC				
		1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
30	36	27,647	36,863	41,471	46,078	48,382
5	6	4,608	6,114	6,912	7,680	8,064
2,5	3	2,304	3,072	3,456	3,840	4,032
1,25	1,5	1,152	1,536	1,728	1,920	2,016
В диапазоне символьных скоростей от 5 до 30 Мсимв/сек размер шага составляет 0,5 Мсимв/сек Информационная скорость = символьная скорость x 2 x FEC x (188/204)						

Скорость передачи в прямом канале DIRECWAY выбирается в указанном выше диапазоне. Изменение скорости передачи в прямом канале или скорости кодирования FEC можно производить без выезда специалистов на места установки периферийных терминалов. Измененные параметры прямого канала могут загружаться в периферийные терминалы из центра по спутниковой линии (прямому каналу). Новые параметры вступают в силу при перезапуске терминала.

2.1.4.1 Соответствие открытому стандарту IPoS

HNS традиционно разрабатывает новейшие технологии для спутниковой связи и горда тем, что в течение более 20 лет является лидером в области VSAT. Начиная с 1995 года, HNS предлагает востребованные на мировом рынке коммерческие широкополосные спутниковые системы, с такими ключевыми особенностями, как высокоэффективный транспорт для IP протоколов, терминалы низкой стоимости, эффективное использование полосы космического сегмента. Используемое оборудование должно соответствовать открытым стандартам и обеспечить открытость рынка для всех его участников, что будет способствовать снижению цен на оборудование и услуги для конечных пользователей. Такая концепция является решающей для существенного расширения рынка широкополосных спутниковых оборудования и услуг.

Система DIRECWAY разработана на основе стандарта DVB-S для широкополосного прямого канала. Это дает возможность непосредственной интеграции с другими DVB-S системами и мультиплексирования нескольких видов услуг в единой объединенной несущей.

Кроме того, HNS разработала и внедрила открытый стандарт для обратных каналов: IPoS (IP over Satellite), одобренный и принятый Ассоциацией Индустрии Связи TIA (документ TIA-1008).

Основные особенности стандарта IPoS:

- применим к спутниковым системам, имеющим центральную станцию;
- определяет базовую структуру периферийных терминалов и форматы сигналов между центральной станцией и терминалами пользователей;

- использует поток стандарта DVB в направлении от центральной станции к периферийным терминалам;
- включает концепцию стандарта SI-SAP (Satellite Independent Service Access Point), принятого ETSI и обеспечивающего стандартный интерфейс для приложений и их расширений;
- обеспечивает взаимодействие с такими системами и протоколами, как H264 MPEG 4 для видео приложений; H.323 для систем передачи речи и видеоконференцсвязи; медиа приемником Intel/ Windows; системами Wi-Fi 802.11; системами VPN; телефонными сетями общего пользования; HTTP ускорителями;
- все терминалы DIRECWAY серий 4000 и 6000 производства HNS соответствуют стандарту IPoS (уже отгружено около 300 тысяч таких терминалов);
- уже проверен и широко используется на практике, доказав работоспособность и высокие характеристики в системах разного масштаба: от сотни до десятков тысяч периферийных терминалов в системе.

2.1.5 Гибкие методы доступа к обратным каналам

В системе DIRECWAY используются несколько типов методов доступа к ресурсам обратных каналов, что обеспечивает оптимальные характеристики для передачи различных приложений при одновременной минимизации требуемой пропускной способности обратных каналов. Эти методы доступа к обратным каналам обеспечивают самое эффективное использование пропускной способности по сравнению с любой другой широкополосной спутниковой системой, предлагаемой сегодня на рынке. Используемые в системе DIRECWAY методы доступа к обратным каналам включают: тактированную Алоху, динамический поток и постоянную скорость (CBR - constant bit rate). Методы динамический поток и CBR обеспечивают бесконфликтный доступ, что, естественно, позволяет очень эффективно использовать доступную полосу обратных каналов. Терминалы DIRECWAY используют все из возможных методов доступа в зависимости от объема и типа передаваемых данных. На **рис.2-2** графически отображена группа обратных каналов (каждый обратный канал имеет свою частоту), в которой используются методы доступа тактированная Алоха и динамический поток.

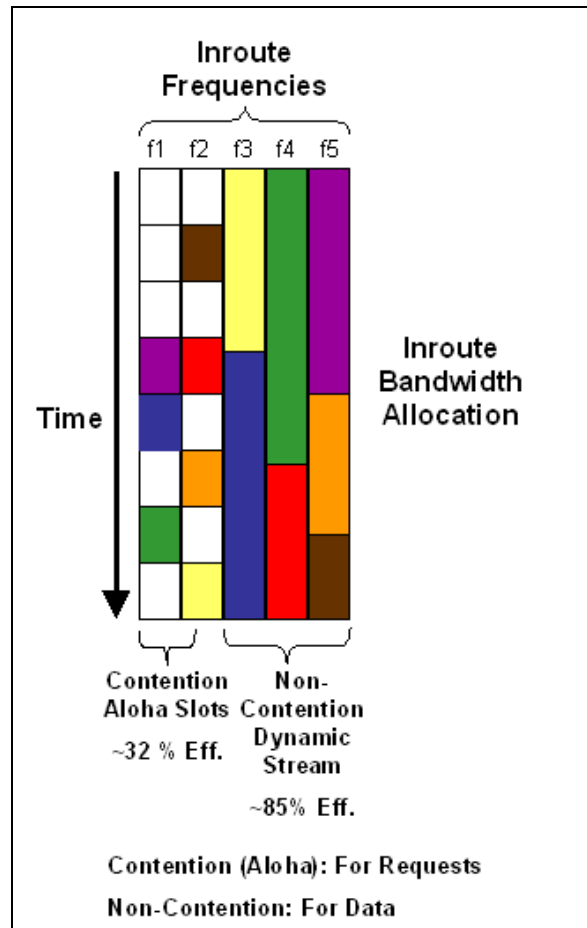


Рис. 2-2. Выделение полосы обратных каналов в системе DIRECWAY

Краткие описания каждого из методов приведены ниже

Тактированная Алоха: Метод доступа тактированная Алоха используется для передачи коротких сообщений и для запросов полосы большего размера. Метод тактированной Алохи по своей природе является конфликтным, то есть терминалы случайным образом передают сигналы во временных интервалах. Поскольку не производится никакого специального распределения интервалов, то существует вероятность того, что два терминала будут передавать одновременно. Это приведет к конфликту (столкновению), а терминалы должны будут повторить передачу импульса. Из-за возникновения конфликтов метод тактированной Алохи обеспечивает эффективность использования пропускной способности приблизительно в 32% от максимально возможной скорости передачи данных в обратном канале.

Когда на терминал поступают данные для передачи, то он активизируется и посылает импульс на одной из частот каналов с тактированной Алохой. Импульс может содержать данные или запрос на выделение полосы. Если объем передаваемых данных уместается в одном импульсе, то не выделяется никакой дополнительной полосы. В противном случае NOC выделяет терминалу пропускную способность в одном из обратных каналов с бесконфликтным методом доступа. Необходимо отметить, что длина временного интервала (размер импульса) в каналах с тактированной Алохой является параметром, который конфигурируется на операционном центре NOC.

Динамический поток: Динамический поток является высоко эффективным алгоритмом выделения полосы для периферийных терминалов, который наилучшим образом подходит к большинству приложений передачи данных в Интранет. После получения от терминала запроса,

переданного в импульсе канала с Алохой, этому терминалу выделяется динамический поток. NOC обрабатывает запрос и «приписывает» терминал к наименее загруженному обратному каналу с бесконфликтным методом доступа. Это гарантирует, что загрузка всех обратных каналов сбалансирована независимо от общей трафиковой нагрузки в сети. При использовании алгоритма динамического потока пропускная способность обратного канала превышает 85% от максимальной скорости канала, что является существенным преимуществом перед алгоритмами, основанными на передаче с возникновением конфликтов. Более того, из-за отсутствия конфликтов в канале терминалу всегда гарантируется передача данных без возникновения коллизий или столкновений.

NOC стремится удовлетворить каждый поступающий запрос, выделяя импульс в следующем кадре обратного канала. Если запрос не может быть полностью удовлетворен таким импульсом, то оставшиеся не переданными данные ставятся в очередь для передачи в следующем кадре. Операционный центр NOC динамически подстраивает размер потока для всех терминалов в каждом обратном канале, использующем бесконфликтный метод передачи, для каждого кадра в зависимости от текущей трафиковой нагрузки (полученных запросов, объема незавершенной передачи данных и приоритета каждого из них). Появляющаяся свободная пропускная способность, оказавшаяся избыточной по сравнению с той, что была выделена для удовлетворения запросов, дополнительно равномерно распределяется среди терминалов, работающих в данном обратном канале. Таким образом, вся полоса каждого обратного канала полностью распределяется между передающими в данном обратном канале терминалами. Этот сложный и эффективный алгоритм выделения пропускной способности в обратных каналах является одним из существенных преимуществ системы DIRECWAY по сравнению с другими широкополосными спутниковыми системами.

Постоянная скорость передачи (CBR): Для приложений, требующих работы в реальном масштабе времени (например, IP телефонии, для которой необходимо обеспечить постоянную скорость передачи в течение существенного непрерывного интервала времени), терминал DIRECWAY может запросить у NOC выделения постоянной скорости передачи (CBR). В ответ на запрос этого типа NOC выделяет CBR поток с фиксированным значением временного промежутка между излучаемыми данным терминалом импульсами. Этот тип выделения полосы имеет высший приоритет с целью гарантировать непрерывность передачи информации с неизменной допустимой для данного приложения задержкой. Эта полоса выделяется дополнительно к другим, уже произведенным ранее, выделениям пропускной способности для данного терминала.

Повышенная надежность на уровне соединения: В сочетании с передачей импульсов в каналах Тактированная Алоха и Динамический Поток в системе DIRECWAY используется повышение надежности на уровне соединения для обеспечения эффективной борьбы с возможными потерями пакетов, проходящих по обратным каналам. Все импульсы, передаваемые по обратным каналам, квитируются со стороны DNCC. Если периферийный терминал не получает квитанцию на импульс, то он повторно передает этот импульс. Таким образом, если для передачи пакета на центральную станцию требуется серия импульсов, то при потере на приеме одного импульса из серии, необходима повторная передача только потерянного импульса, а не всей серии.

Компрессия IP заголовков: Эта особенность позволяет экономить ресурс обратных каналов за счет компрессии заголовков стандартных протоколов. Перечень протоколов включает: IP, UDP, TCP, RTP и PEP/PBP (последний протокол – ускоритель для магистральных соединений - был разработан HNS и является собственностью компании). Технология компрессии позволяет увеличить эффективность использования обратных каналов в среднем на 20%.

2.1.6 Скорости передачи и модуляция в обратных каналах системы DIRECWAY

Обратные каналы системы DIRECWAY, использующие метод многостанционного доступа с временным разделением (TDMA), имеют следующие характеристики:

- Модуляция на передачу: OQPSK;
- Помехоустойчивое кодирование на передачу: сверточное со скоростью $\frac{1}{2}$; турбо кодирование со скоростью $\frac{1}{2}$;
- Скорости передачи в канале: 64 (только со сверточным кодированием); 128 и 256 кбит/с;
- Ассоциированное отношение E_b/N_0 : 7,0 дБ для сверточного кодирования; 5,6 дБ для турбо кодирования;
- Вероятность ошибки на бит: 10^{-7} или менее.

Характеристики несущих обратных каналов DIRECWAY

Отводимая полоса, кГц	Относительный уровень соседней несущей (дБ)	Вероятность потери пакета	Минимальное отношение E_b/N_0 (дБ)
440	6	1E-5	4.9
400	6	1E-5	5.0
360	6	1E-5	5.6
360	6	1E-3	3.9
440	3	1E-5	4.5
400	3	1E-5	4.6
360	3	1E-5	5.0
320	3	1E-5	7.1

Турбо кодирование

Турбо коды являются новым классом методов, определяющих итеративное декодирование кодов с исправлением ошибок (FEC). В турбо кодах используются методы декодирования, минимизирующие вероятность ошибки на бит информации за счет прогноза апостериорной вероятности каждого индивидуального бита. Важнейшее преимущество турбо кодов заключается в том, что позволяют обеспечить надежную связь с эффективностью близкой к теоретической границе, предсказанной Клодом Шенноном. Использование турбо кодирования позволяет периферийным терминалам DIRECWAY работать при значительно более низких отношениях сигнал/шум, нежели при применении сверточного кодирования с декодированием по Витерби или каскадных кодов Витерби – Рида Соломона. Использование турбо кодов исключительно важно в линиях, ограниченных по доступной мощности (отношение сигнал/шум в дБ), и обеспечивает выигрыш по энергетике приблизительно в 2 дБ.

Основные преимущества, обеспечиваемые турбо кодированием:

- повышенный коэффициент готовности периферийного терминала;
- увеличение скорости передачи данных;
- расширение зоны обслуживания при использовании тех же антенн и мощности передатчика;
- уменьшение ширины полосы, отводимой для передачи несущей через спутник.

2.1.7 Ускоритель передачи TCP протоколов: PER (Performance Enhancing Proxy)

Ускоритель PER (улучшающий характеристики передачи «заместитель» протоколов TCP) является стандартной функцией, встроенной в IP шлюзы операционного центра и периферийные терминалы DIRECWAY. PER объединяет несколько отдельных функций, которые были разработаны для улучшения характеристик и времени отклика при передаче данных по протоколам TCP, а также протоколам более высокого уровня, при одновременной минимизации требуемой для такой передачи полосы. При использовании PER передача одноадресных файлов по прямому каналу может осуществляться со скоростью более 2,5 Мбит/с.

Основные функции PER, используемые в системе DIRECWAY, включают:

- **Спуфинг TCP протоколов в прямом и обратных каналах:** Объединяет TCP спуфинг трехкратного квитирования начала соединения и ликвидацию сценария медленного старта работы соединения. По получении TCP сегментов данных операционный центр производит их местное квитирование. Такие квитанции на местном уровне позволяют IP хосту, посылающему информацию, увеличивать размер его TCP окна. Поскольку все это происходит со скоростями, свойственными локальной сети (без наличия задержки на распространение в спутниковой линии), то передающий IP хост может очень быстро увеличить размер своего TCP окна до максимальной величины. Кроме того, местное квитирование позволяет передающему IP хосту сразу же передавать больший объем данных. Эта особенность дает возможность увеличить скорость чередования окон, что значительно повышает пропускную способность TCP, даже при малых максимальных значениях размера окон.
- **Компрессия на основе алгоритма V.44 с постоянными и переменными параметрами:** Компрессия с переменными параметрами (V.44) с использованием обращений к двойному словарию и избыточности в пределах сообщения обеспечивает значительно большую степень сжатия для трафика, основанного на транспортных протоколах типа HTTP (Hypertext Transport Protocol) при получении информации при команде GET.
- **Мультиплексирование сообщений:** Мультиплексирование нескольких TCP пакетов в единое магистральное PER соединение повышает эффективность использования обратных каналов за счет уменьшения заголовков и возможности передать в одном магистральном соединении большего количества сообщений, подвергнутых спуфингу и компрессии, что в итоге значительно снижает задержку передачи данных по обратным каналам.
- **Уменьшение количества квитаний:** Уменьшение количества TCP квитаний основано на свойстве кумулятивности TCP квитаний. Это означает, что нет необходимости передавать каждую отдельную TCP квитанцию. Значительная экономия полосы канала достигается при отправке TCP квитаний только каждые N миллисекунд, где N – определяемый и изменяемый параметр. При использовании функции уменьшения количества квитаний пропускная способность, необходимая для передачи квитаний в обратном канале при приеме файла со скоростью 2,5 Мбит/с в прямом канале, уменьшается приблизительно со 100 кбит/с до 8 кбит/с.
- **IP приоритеты:** Эта функция позволяет уменьшить вероятность возникновения конфликтов и имеет улучшенные параметры настройки для обеспечения оптимального соотношения между характеристиками передачи информации и используемой для этого частотной полосой.
- **DNS кэширование и упреждающая загрузка:** Спутниковый терминал имеет прокси для DNS (Domain Name Server) кэширования, который позволяет уменьшить время загрузки веб-страницы за счет исключения времени, необходимого для обращения к доменному имени. DNS прокси поддерживает кэш-память, в которую заранее загружается информация из

NOC; в кэш-памяти также храниться информация о местных обращениях к DNS со стороны хостов локальной сети.

- **Турбо страница:** функция, называемая Турбо страница, улучшает характеристики протокола HTTP (вэб браузера) за счет снижения времени отклика вэб приложений при одновременном уменьшении необходимой пропускной способности обратного канала. Турбо страница уменьшает время отклика с помощью предварительного, до получения запроса от пользователя, загрузки информации HTML (Hypertext Markup Language) по мере её передачи от вэб сервера – источника информации на периферийный терминал. Компоненты NOC с программным обеспечением Турбо страница выполняют загрузку и передачу по спутниковой линии опорных URL (User Reference Languages), содержащихся в HTML странице. Программное обеспечение периферийного терминала принимает объекты, загруженные до поступления формального запроса от пользователя. Когда браузер, установленный в персональном компьютере, запрашивает объект, то программное обеспечение периферийного терминала перехватывает эти запросы и направляет пользователю уже заранее загружаемые объекты по мере их получения. Таким образом, запросы объектов (команды GET) по существу практически никогда не посылаются на операционный центр по обратным каналам, так как вэб сервер – источник запрашиваемой информации уже получил команды GET от операционного центра. Турбо страница является дополнительной функцией системы DIRECWAY.
- **Компрессия IP заголовков:** Компрессия IP заголовков экономит пропускную способность обратных каналов за счет компрессии заголовков обычных протоколов. Перечень таких протоколов включает: IP, User Data Protocol (UDP), TCP, Real Time Protocol (RTP) и PEP/PBP (PEP Backbone Protocol, или протокол PEP для магистрального соединения, который является запатентованной собственностью HNS). Функция компрессии заголовков исследует установленные соединения и определяющие поля во всех протокольных заголовках. Для тех полей, чье содержание не будет меняться в течение всего времени существования соединения, заголовок посылается только один раз. Такой единственный заголовок называется заголовком типа 1, и он имеет такую же длину, как и исходные заголовки, но с дополнительными данными, записанными в тех полях, которые не используются или не изменяются в исходных заголовках.

2.1.8 Управление уровнями сервиса (услуг)

В системе DIRECWAY поддерживаются определяемые оператором уровни предоставляемых услуг (CSP). Эта функция позволяет одновременно обеспечивать несколько уровней услуг для клиентов различного типа: от индивидуальных пользователей до предприятий. CSP определяет уровень услуги в терминах максимально разрешенного количества одновременных соединений, пропускной способности для IP данных и минимальной гарантированной полосы в обратных каналах. Когда периферийный терминал вводится в систему, пользователь выбирает или ему приписывается один из CSP, определенных в системе. Для управления трафиком клиента в рамках определенного уровня услуг в соответствии с данным уровнем CSP в системе DIRECWAY используется функция политики справедливого доступа FAP (Fair Access Policy), а также так называемая функция выделенной полосы в обратном канале.

2.1.8.1 Политика справедливого доступа

Политика справедливого доступа управляет объемом IP трафика, который поступает на периферийный терминал со стороны Интернет или Интранет. Функция справедливого доступа также проверяет и управляет максимальным количеством соединений, разрешенных конкретному пользователю на основе параметров CSP. Управление потоком трафика или его регулирование

выполняется при приеме операционным центром запрошенных периферийным терминалом данных и последующей их передаче на терминал. Управлением трафиком TCP типа осуществляется с помощью изменения размера окна TCP соединения пользователя. Управление UDP трафиком производится избирательным отбрасыванием UDP пакетов в случаях, когда скорость передачи данных превышает определенные границы.

2.1.8.2 Границы, используемые при реализации функции политики справедливого доступа

Функция политики справедливого доступа использует четыре состояния для регулировки скоростей передачи на периферийный терминал. Эти состояния включают: неограниченную пропускную способность, мягко ограниченную пропускную способность, жестко ограниченную пропускную способность и полное запрещение (см. **Рис. 2-3**). Разграничения этих состояний и переходы между ними связаны со значениями параметров CSP.

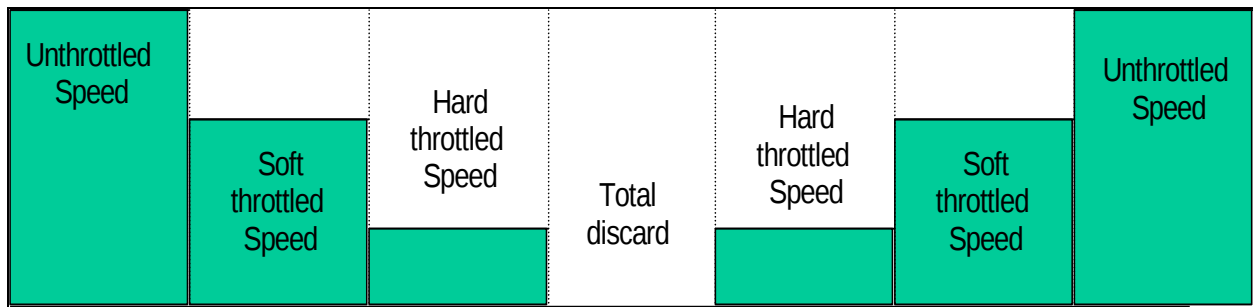


Рис. 2-3. Состояния, используемые функцией политики справедливого доступа системы DIRECWAY

Неограниченная пропускная способность – это то первое состояние, которое обеспечивается пользователю сразу после включения. При этом состоянии система в реальном масштабе времени отслеживает совокупную скорость передачи данных в сочетании с назначенным пользователю сервисным планом. TCP и UDP трафик позволено передавать потоком со скоростью, определяемой источником трафика. До тех пор, пока скорость передачи остается ниже границы уровня мягкого ограничения пользователь имеет состояние с неограниченной пропускной способностью. Если скорость передачи трафика превышает границу мягкого ограничения, то пользователь переводится в зону состояния с мягким ограничением пропускной способности.

Терминал переводится в состояние мягкого или жесткого ограничения пропускной способности, если скорость передачи трафика превышает соответствующую границу для мягкого или жесткого ограничения. При наличии любого из этих состояний пользовательский TCP трафик снижается с помощью уменьшения размера TCP окна на каждом из TCP соединений. Скорость UDP трафика уменьшается за счет отбрасывания каждого UDP пакета. Размер TCP окна и степень запрещения UDP пакетов являются устанавливаемыми (конфигурируемыми) параметрами для каждого состояния в зависимости от принятого сервисного плана.

Состояние полного запрещения вводится в случае, если пользователь превышает полную квоту (разрешенный объем) данных за определенный фиксированный интервал времени. Общая квота и временной интервал также являются конфигурируемыми параметрами сервисного плана. Когда пользователь находится в состоянии запрещения, то передача трафика этому терминалу временно запрещена. Пользователь остается в этом состоянии в течение времени, необходимого, чтобы опуститься ниже границы, соответствующей средней скорости передачи данных для действующего сервисного плана.

2.1.9 Встроенные функции маршрутизации

Широкополосные терминалы DIRECWAY, не требующие установки специального клиентского программного обеспечения на персональные компьютеры пользователей, выполняют широкий набор функций маршрутизации. Эти функции выполняются полностью с помощью программного обеспечения терминала, а операционный центр осуществляет конфигурацию и управление этими функциями. HNS продолжает разрабатывать новые и совершенствовать существующие функции маршрутизации, которые могут загружаться на уже установленные и работающие терминалы, что защищает и оправдывает затраты пользователей на приобретение оборудования DIRECWAY. Основные функции маршрутизации, выполняемые терминалами DIRECWAY, включают:

- **Функции DHCP сервера:** Терминалы DIRECWAY поставляются с активированной функцией DHCP сервера для обработки IP адресов на периферийной локальной сети. Во время процесса ввода терминала в сеть система управления операционного центра загружает соответствующие IP адреса и параметры шаблона подсети для назначения локальных адресов. На основе этих параметров терминал DIRECWAY отвечает на DHCP запросы и динамически распределяет IP адреса IP хостам периферийной локальной сети..
- **Функция DHCP клиента:** Терминал DIRECWAY может быть сконфигурирован для работы в качестве DHCP клиента или агента-ретранслятора. В этом случае терминал передает DHCP запросы от IP хостов периферийной локальной сети на операционный центр, который в свою очередь направляет их на DHCP сервер. Ответ от DHCP сервера с назначенными адресами ретранслируется в обратном направлении на тот IP хост, который сделал запрос.
- **Поддержка протокола IGMP (Internet Group Management Protocol):** Терминалы DIRECWAY поддерживают протокол IGMP. IP хосты локальной сети могут взаимодействовать со спутниковым терминалом, используя стандартный протокол IGMP, чтобы присоединиться к приему многоадресной передачи или прекратить прием такой передачи в случае, если данный терминал сконфигурирован для приема многоадресных передач.
- **Поддержка протокола ICMP (Internet Control Message Protocol):** Терминал DIRECWAY отвечает на стандартные команды ICMP, например, команду пингования (Ping), которые подаются хостами локальной сети.
- **Функция перевода сетевых адресов и адресов портов NAT/NAPT (Network Address and Port Translation):** Терминал DIRECWAY поддерживает функцию перевода локальных адресов для обеспечения перевода IP адресов локальной сети в адреса, используемые операционным центром, и наоборот. Терминал имеет три режима перевода сетевых адресов:
 - 1) Basic NAT – базовая версия перевода сетевых адресов – позволяет спутниковому терминалу взаимно определять IP адреса локальной сети и пул адресов, выделяемых операционным центром, и осуществлять перевод адресов в обоих направлениях. Каждое данное соответствие существует на время активного соединения с локальным хостом.
 - 2) NAPT – перевод сетевых адресов портов – по сути является базовым сценарием перевода сетевых адресов на основе перевода IP адресов портов. В сочетании с функцией DHCP такой перевод обеспечивает поддержку работы нескольких компьютеров при обслуживании индивидуальных пользователей или малого офиса/домашнего офиса.

- 3) Simple NAT – упрощенная версия перевода сетевых адресов – позволяет спутниковым терминалам переводить сетевую часть IP адресов между локальной сетью и операционным центром. Сетевые адреса, используемые на периферийных терминалах и операционном центре, конфигурируются на операционном центре. Эта функция чрезвычайно полезна для предприятий, которым необходима единая схема IP адресации во всех точках, но на стороне операционного центра/ спутниковой линии достаточен один адрес.

Функция NAT активируется и деактивируется операционным центром NOC. Когда функция активирована, для хостов локальной сети должен быть сформирован непрерывный ряд IP адресов. В определенный момент времени может работать только один из режимов NAT.

- **Фильтрующий брандмауэр (Firewall):** Функция фильтрующего брандмауэра активируется локальным образом через веб интерфейс терминала DIRECWAY. Эта функция обеспечивает возможность простой, определяемой заранее некоторым набором правил, фильтрации. Она также позволяет устанавливать небольшое количество IP правил, предотвращающих несанкционированный доступ со стороны Интернет/ внешних сетей. Эти правила включают фильтрацию на основе IP адреса источника информации, номера UDP/ TCP порта адресата и т.п. Функция брандмауэра применима только к пакетам, принимаемым по спутниковой линии. Функция разработана таким образом, что сетевое управление трафиком, осуществляемое операционным центром, не блокируется.
- **Функция RIP (Routing Information Protocol):** Эта функция позволяет компонентам NOC и терминалам DIRECWAY формировать RIP пакеты для оповещения внешних маршрутизаторов в периферийных точках о доступности подсетей. Эта функция может также применяться для выполнения процедур восстановления или резервирования при отказах наземных соединений, используемых периферийными маршрутизаторами.

3.0 АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ DIRECWAY

Система DIRECWAY имеет топологию типа «звезда». Основные элементы системы DIRECWAY показаны на **Рис. 3-1**.

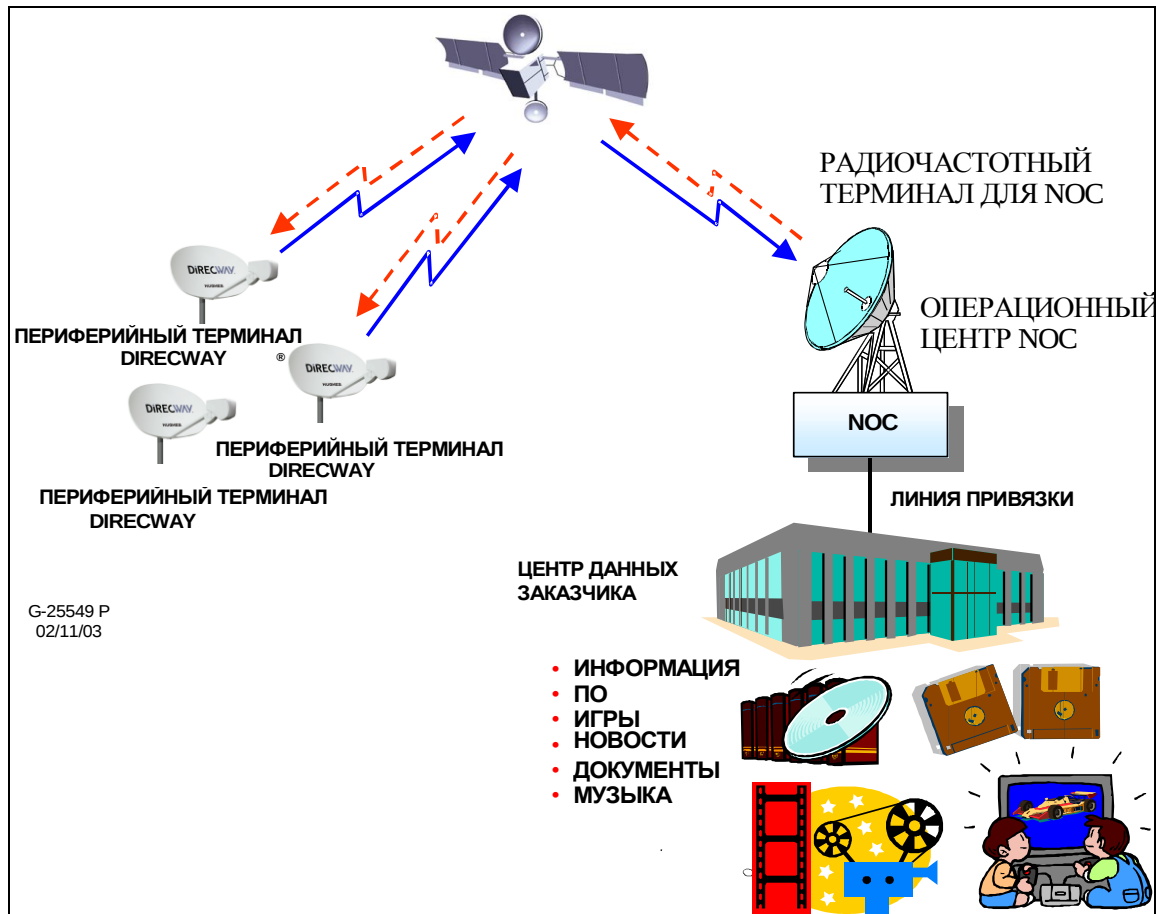


Рис. 3-1. Архитектура системы DIRECWAY

- **Операционный Центр NOC:** Обработывающий центр сети, который обеспечивает связность между периферийными терминалами DIRECWAY и центром данных заказчика; NOC оснащен оборудованием для широковещательной передачи пакетов данных, обеспечивает инфраструктуру сетевого контроля и управления.
- **Периферийный терминал DIRECWAY:** Широкополосный периферийный блок, который взаимодействует с NOC по приему и передаче информации. Терминал обычно состоит из антенны малого размера с приемопередатчиком, соединенным с небольшим кабинетным модулем, подключенным в свою очередь к компьютерам пользователей и местному стандартному источнику питания.
- **Система управления сетью:** Система сетевого контроля и управления имеет графический пользовательский интерфейс и обеспечивает полные контроль и управление сетью из центрального пункта.

Операционный центр DIRECWAY NOC и периферийные терминалы описаны в последующих разделах.

4.0 ОПЕРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР (NOC) СИСТЕМЫ DIRECWAY

Операционный центр системы DIRECWAY является концентратором системы. Он обеспечивает высокоскоростную передачу IP пакетов между корпоративной Интранет и периферийными терминалами. Операционный центр DIRECWAY оборудован аппаратурой обработки низкочастотных сигналов и системой сетевого контроля и управления.

Операционный центр выполняет следующие основные функции:

- Обеспечивает одинаково эффективное инженерное решение для IP транспортной системы, которое поддерживает как приложения передачи данных, основанные на IP протоколах, так и приложения реального масштаба времени, например, передача видео и IP телефония.
- Поддерживает сложные, чувствительные к используемым протоколам, алгоритмы предоставления пропускной способности в обратных каналах, что обеспечивает оптимальные характеристики передачи при эффективном управлении пропускной способностью.
- Обеспечивает удобную для использования и функционально полную систему контроля и управления сетью, называемую HNS' Vision, которая используется как для конфигурирования, так и для управления компонентами операционного центра NOC и периферийными терминалами.
- Обеспечивает уникальную высокозащищенную транспортную среду за счет совместного использования подсистем шифрования и условного доступа (CAC).
- Поддерживает модульную инфраструктуру, которая обеспечивает исключительно простое развитие и расширение системы при высокой степени масштабируемости.
- Обеспечивает простоту интеграции с внешними по отношению к системе техническими решениями и платформами, гарантируя совместную работу систем.
- Обеспечивает высокий коэффициент готовности за счет использования горячего резервирования всех критически важных элементов операционного центра NOC, включая автоматическое переключение на резервные комплекты и изолирование неисправных блоков.

На **рис. 4.1** показана архитектура операционного центра DIRECWAY. Как показано на рисунке, DIRECWAY NOC состоит из нескольких подсистем. Модульное построение DIRECWAY NOC обеспечивает простоту расширения, наращивания или реконфигурации. Такой модульный подход позволяет с минимальными перерывами работы сети заменять или переключать отказавшие или неисправные элементы. На самом деле все переключения и изоляции отказавших элементов осуществляются в автоматическом режиме. Все отвечающие за передачу трафика элементы операционного центра DIRECWAY имеют резервирование 1:1 или 1:N.

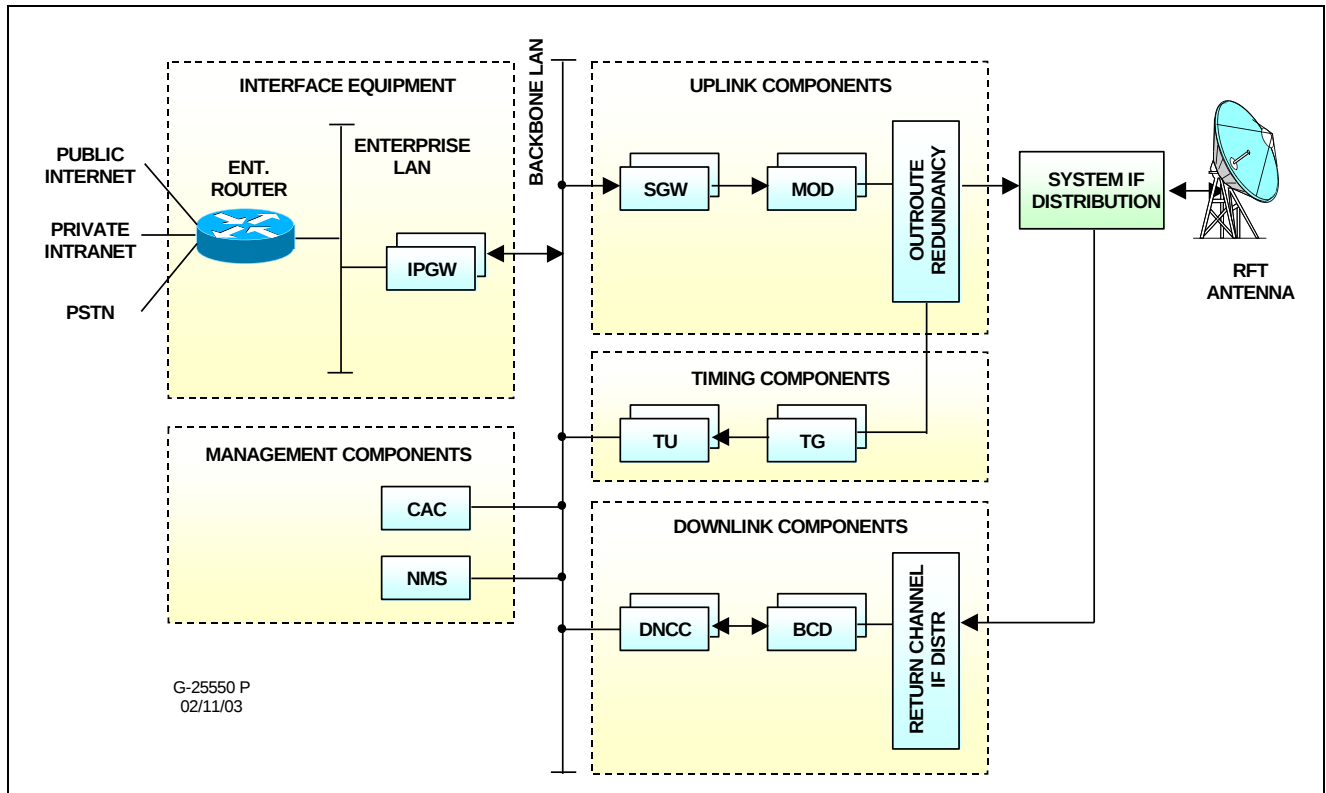


Рис. 4-1. Операционный центр сети DIRECWAY

В последующих разделах дано описание основных подсистем операционного центра DIRECWAY NOC.

4.1 РАДИОЧАСТОТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4.1.1 Радиочастотный терминал

Радиочастотный терминал (РЧТ) осуществляет преобразование частоты «вверх» сигнала промежуточной частоты (ПЧ), поступающего от системы распределения ПЧ операционного центра, на радиочастоту (РЧ) и излучение несущей прямого канала в направлении спутника, а также прием ретранслированных через спутник собственной несущей и несущих обратных каналов от периферийных терминалов и дальнейшее преобразование частоты этих сигналов «вниз» с РЧ на ПЧ с последующей подачей ПЧ сигналов на систему распределения ПЧ. РЧТ является законченным изделием, поставляемым целым рядом производителей.

4.1.2 Система распределения ПЧ

Модуль распределения промежуточной частоты (ПЧ) отвечает за подачу принимаемых ретранслированных через спутниковый ствол сигналов на демодуляторы импульсных сигналов BCD (Burst Channel Demodulators). Этот модуль принимает также выходной сигнал ПЧ модуляторов прямого канала и передает его на РЧТ и оборудование обеспечения синхронизации. Кроме того, система распределения ПЧ принимает выходной сигнал ПЧ от РЧТ и подает его на оборудование обеспечения синхронизации и блоки распределения ПЧ для обратных каналов.

4.2 ПОДСИСТЕМА ПРЯМОГО КАНАЛА (ЛИНИИ «ВВЕРХ»)

Подсистема линии «вверх», или прямого канала, осуществляет мультиплексирование и передачу всего исходящего IP трафика. Весь трафик прямого канала форматируется для обеспечения соответствия стандарту DVB-S. Подсистема прямого канала состоит из спутниковых шлюзов SGW, DVB модуляторов и блоков обеспечения переключения на резервный комплект оборудования.

4.2.1 Спутниковый шлюз

Спутниковый шлюз SGW принимает поступающий от других компонентов операционного центра через сегмент локальной сети совокупный трафик, предназначенный для передачи по прямому спутниковому каналу, преобразует его в отдельные пакеты и подает их на DVB модулятор для передачи через спутник. Совокупный трафик для прямого канала поступает на спутниковый шлюз от всех IP шлюзов, сетевого управляющего кластера DNCC, блока синхронизации TU (Timing Unit) и сервера условного доступа CAC через сегмент локальной сети операционного центра. Спутниковые шлюзы могут принимать трафик на основе одноадресной и/или многоадресной системы адресации.

Одноадресные и многоадресные кадры являются UDP пакетами любой длины, вплоть до максимальной, которые конфигурируются для каждого IP шлюза. Максимальная ожидаемая длина кадра также конфигурируется для спутникового шлюза SGW, и она должна быть равна самому большому значению, сконфигурированному для IP шлюзов (IPGWs). Все UDP кадры соответствуют единому мультикаст IP адресу или юникаст адресу спутникового шлюза SGW. Кадры содержат последовательный номер и другую служебную информацию, а также один или более кадров трафика пользователей.

Многоадресный (мультикаст) трафик принимается спутниковым шлюзом по мультикаст адресу. Этот адрес един для всех стволов. Трафик ключей условного доступа принимается в соответствии с мультикаст адресом системы условного доступа (CAC). Этот адрес одинаков для всех спутниковых шлюзов операционного центра. Сочетание общего адреса CAC и уникального адреса спутникового шлюза дают возможность поддерживать работу в нескольких стволах ретрансляции с помощью одной локальной сети операционного центра. Одноадресный (юникаст) трафик поступает по юникаст адресу спутникового шлюза. Юникаст IP адрес позволяет отличить юникаст трафик от мультикаст трафика. Формат заголовка, используемый для юникаст трафика, также отличен от формата заголовка мультикаст трафика. Передача юникаст трафика основана на идее различных потоков, приходящих от разных шлюзов, например, трафик от мультикаст шлюза называется MC потоком, а трафик от системы условного доступа – CAC потоком.

4.2.2 DVB модуляторы

Каждый спутниковый шлюз соединен с DVB модулятором. Каждый модулятор работает в паре со своим спутниковым шлюзом SGW, и они переключаются вместе как единая цепь в случае возникновения отказа. DVB имеют на выходе сигнал промежуточной частоты 70 МГц ПЧ, этот сигнал поступает на блок переключения на резервный комплект оборудования тракта прямого канала, и далее на блок преобразования частоты «вверх» и оборудование излучения сигнала прямого канала. DVB модулятор поддерживает следующие символьные скорости в прямом канале: 1,25; 2,5; 5–30 (с шагом 0,5 Мсимв/с). При использовании каскадного кодирования (помехоустойчивое кодирование с исправлением ошибок FEC в комбинации с кодированием Рида-Соломона) DVB-S несущая, излучаемая операционным центром, практически свободна от ошибок на приемном конце.

4.2.3 Резервирование оборудования прямого канала

Резервирование оборудования прямого канала осуществляется с помощью общего шлюзового оборудования (GCE), которое работает как переключатель резерва для тракта спутниковый шлюз SGW/DVB модулятор. Сигнал ПЧ 70 МГц с выхода каждого модулятора подается на вход общего шлюзового оборудования GCE, и далее только один выходной сигнал ПЧ 70 МГц подается на радиочастотное оборудование. Выбор находящегося в активном режиме и передающего трафик на РЧТ комплекта шлюзовое оборудование SGW/модулятор осуществляется либо вручную оператором операционного центра, либо автоматически переключателем на резервный комплект.

4.3 ПОДСИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ

Подсистема синхронизации обеспечивает задающие синхроимпульсы для всей системы. Она также поддерживает временную синхронизацию между NOC и периферийными терминалами. Эта подсистема состоит из следующих компонентов: генератор синхроимпульсов, приемные блоки IRU, используемые для синхронизации и ПК (компьютеры) системы синхронизации.

4.3.1 Генератор синхроимпульсов (TG)

Генератор синхроимпульсов (TG) отвечает за обеспечение опорных синхросигналов (частот) для нескольких компонентов NOC, включая оба модулятора прямого канала, блоки синхронизации TU и управляющей сетевой кластер DNCC. Он также формирует импульс суперкадра для кластера DNCC и блоков синхронизации TU. Опорный импульс соответствует началу передачи суперкадра (TXSOSF). Этот импульс TXSOSF имеет длительность порядка 1 мсек и появляется каждые 360 мсек. Для обеспечения резервирования система разработана таким образом, что оба генератора синхроимпульсов TG работают с одними и теми же трактами синхронизации/ опорных сигналов. Один генератор синхроимпульсов (мастер, или ведущий) активно работает с трактом, в то время как другой (ведомый) находится в режиме с высоким импедансом. Для управления переключением с одного генератора синхроимпульсов на другой используется компьютер.

4.3.2 Блоки синхронизации (TU)

Блоки синхронизации отвечают за поддержку синхронизации в обратных каналах, относящихся к конкретному прямому каналу, и состоят из пары компьютеров, соединенных с двумя блоками приема прямого канала.

4.4 ПОДСИСТЕМА ОБРАТНЫХ КАНАЛОВ

Операционный центр NOC может быть сконфигурирован с одним или более обратными каналами, работающими в режиме многостанционного доступа с временным разделением, и относящимися к подсистеме обратных каналов (TRCS). Подсистема обратных каналов TRCS отвечает за управление обратными каналами, связанными с группами периферийных терминалов. Подсистема обратных каналов TRCS состоит из комплекта оборудования управляющего кластера со полным резервированием и набора нескольких демодуляторов импульсов обратных каналов (RCD). Эти компоненты описаны в следующих подразделах.

4.4.1 Система распределения ПЧ для обратных каналов

Модуль распределения ПЧ для обратных каналов отвечает за прием сигналов ПЧ и передачу их на демодуляторы обратных каналов RCD.

4.4.2 Демодуляторы импульсных сигналов обратных каналов - RCD

RCD обеспечивают демодуляцию TDMA импульсов. Количество RCD может наращиваться для обеспечения приема и демодуляции сотен обратных каналов одновременно. Каждый RCD обеспечивает демодуляции до 4-х обратных каналов. Один сетевой кластер DNCC управляет приемом до 32-х обратных каналов, или 8-ю RCD. RCD размещаются в шасси, устанавливаемых в специальной стойке. В этой же стойке находится оборудование системы распределения ПЧ. В одну стойку можно установить два шасси, каждый из которых поддерживает 8 RCD. Таким образом, одна стойка обеспечивает прием и демодуляцию до 64-х обратных каналов.

4.4.3 DIRECWAY сетевой управляющий кластер (DNCC)

DNCC выполняет все функции по управлению обратными каналами и демодуляторами RCD. DNCC получает как управляющие, так и трафиковые сигналы, принимаемые с помощью RCD. Сигналы управления содержат информацию о состоянии терминала, запросы на выделение пропускной способности в обратном канале и т.п. Трафиковые сигналы передают IP трафик от терминала, а также дополнительные запросы пропускной способности. DNCC обрабатывает все типы сигналов и формирует IP пакеты, которые затем направляются на IP шлюз. DNCC поддерживает различные алгоритмы выделения пропускной способности в обратных каналах для периферийных терминалов. DNCC также формирует планы излучения импульсных сигналов обратных каналов и загружает их в RCD. Кроме того, DNCC формирует импульсы кадровой синхронизации и направляет их в компоненты системы синхронизации и RCD. DNCC работают с использованием протокола SNMP.

DNCC хранят детальные записи о всех событиях, относящихся к подсистеме обратных каналов. Они включают классификацию/ данные о вводе терминала в систему, статистические данные о пакетах в обратных каналах и т.д. DNCC конфигурируются с резервированием 1:1 с горячим резервом.

4.5 IP ШЛЮЗЫ

IP шлюз обеспечивает интерфейс между NOC и корпоративной Интранет. IP Шлюзы осуществляют TCP ускорение, компрессию и другие функции, необходимые для поддержки терминалов со спутниковыми обратными каналами и обратными каналами по наземным коммутируемым телефонным каналам. IP шлюз имеет один интерфейс с локальной сетью Интранет, этот интерфейс используется и для приема пакетов обратного канала, и для объединения в одну независимую IP сеть тех терминалов, которые имеют право на доступ в нее. Прямой канал имеет по крайней мере один IP шлюз для каждой TCP/IP сети, в которые периферийные терминалы имеют право доступа, и может иметь несколько шлюзов на каждую независимую IP сеть, если сетевой трафик требует этого. IP шлюзы записывают файлы статистических данных об объемах обработанного трафика для каждой IP подсети. IP шлюзы резервируются в соотношении 1:1. Контроль и управление шлюзами осуществляется с помощью сетевой системы контроля и управления Vision NMS.

IP шлюзы также поддерживают многоадресные услуги. В этом режиме работы шлюзы направляют многоадресные данные на те терминалы, которые имеют право (на основе системы условного доступа) на получение многоадресного потока. Кроме того, каждый IP шлюз может быть сконфигурирован с определенным значением CIR (Committed Information Rate) для каждого отдельного приложения или же на весь шлюз в целом (в зависимости от сервисного плана и уровня услуг).

4.6 ПОДСИСТЕМА СЕТЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

4.6.1 Система условного доступа

Серверы САС обеспечивают ключевое управление для DIRECWAY кодирования условного доступа для одноадресного TCP/IP трафика и многоадресного IP трафика. САС периодически передает информацию о ключах кодирования с помощью многоадресной передачи на подсистемы каналаобразования, и с помощью периодических многоадресных и одноадресных передач - на периферийные терминалы DIRECWAY. САС используют платформу класса сервер, эти серверы установлены в стойке и работают в конфигурации с резервированием 1:1.

4.6.2 Система управления сетью Vision NMS

Система управления сетью (NMS) обеспечивает полностью централизованные всеобъемлющие управление и мониторинг всех периферийных терминалов (за исключением тех, которые не имеют никаких обратных каналов); всех компонентов NOC и HUB; параметров спутниковой линии; структуры трафика, текущего трафика и нагрузки по услугам; адресации.

NMS основана на графическом интерфейсе пользователя (GUI). HNS widely широко использует GUI для всех своих систем..

Все периферийные терминалы управляются и контролируются с помощью NMS. Модификации программного обеспечения и конфигурации загружаются с NMS через прямой спутниковый канал DVB-S.

Состояние периферийных терминалов и отчеты об отказах отображаются на экране (см. ниже описание VSAT View). Отображение включает состояние и отказы вплоть до уровня порта. NMS обеспечивает детальное прослеживание для множества пользовательских протоколов и функций маршрутизации на периферийном терминале.

Несколько рабочих станций NMS (или одна рабочая станция NMS для выполнения функций управления и несколько компьютеров для функций удаленного мониторинга) могут поддерживаться с помощью протокола SNMP, который используется в системе. Реализация протокола SNMP также позволяет обеспечить удаленное управление NOC и периферийными терминалами. Рабочую станцию NMS рекомендуется установить в операционном центре NOC и с помощью SNMP менеджера соединить её с удаленным компьютером оператора.

Если NMS по тем или иным причинам оказывается в состоянии оф-лайн, то эксплуатация сети продолжится без отрицательных последствий в соответствии с последними установками, произведенными с NMS.

Сетевое управление в системах VSAT значительно проще, чем наземные решения, так как только один поставщик вовлечен в передачу данных от периферийных терминалов на центр данных. Сеть VSAT управляется с помощью системы, разработанной HNS и имеющей особенности, необходимые при эксплуатации спутниковой сети. Эта платформа управления позволяет операторам наблюдать и управлять всем периферийным VSAT оборудованием, входящим в сеть. Операторы обеспечены экранами, которые позволяют осуществлять быструю локализацию периферийных пунктов и автоматически предоставляют информацию (индикацию) об отказах. И операторы центральной станции, и персонал отдела поддержки пользователей имеют доступ к платформе управления.

В случае отказа специалист отдела поддержки клиентов может использовать платформу управления для проверки состояния периферийного оборудования. Этот процесс включает возможность создать внутренний для спутниковой системы трафик для проверки внутреннего функционального состояния системы.

Система управления сетью, используемая с сети DW, называется DW Vision. Эта система имеет четыре основных компонента управления системой: отдельно стоящий сервер сетевого управления; графический интерфейс оператора GUI; сервер базы данных; HP OpenView. Эти компоненты, работающие совместно, дают оператору возможность выполнять как сетевые операции (такие как мониторинг состояния сети и сбор и обработка статистических данных), так и действия по общесетевому управлению (такие как конфигурация и управление). На рис. 4-2 показана типичная конфигурация GUI.

DW Vision обеспечивает логическое сегментирование сети на не перекрывающиеся домены, называемые доменами сетевого управления (NMDs). Сегментирование осуществляется на уровне сетевого устройства (VSAT или компонента центральной станции). При установке сети один из доменов обеспечивается автоматически и называется доменом NMD по умолчанию. Каждое устройство принадлежит только одному домену. Каждый непривилегированный оператор может быть назначен управлять одним или несколькими доменами. Например, администратор с неограниченными привилегиями может конфигурировать, осуществлять мониторинг и управлять доменами А и В. Непривилегированный оператор может получить право управлять только доменом А, с правами, ограниченными мониторингом и управлением устройствами в рамках этого домена. Данный домен может быть приписан более чем одному оператору. Это позволяет операторам иметь при необходимости перекрывающиеся области управления. Привилегированные операторы имеют безоговорочное право на доступ ко всем доменам.

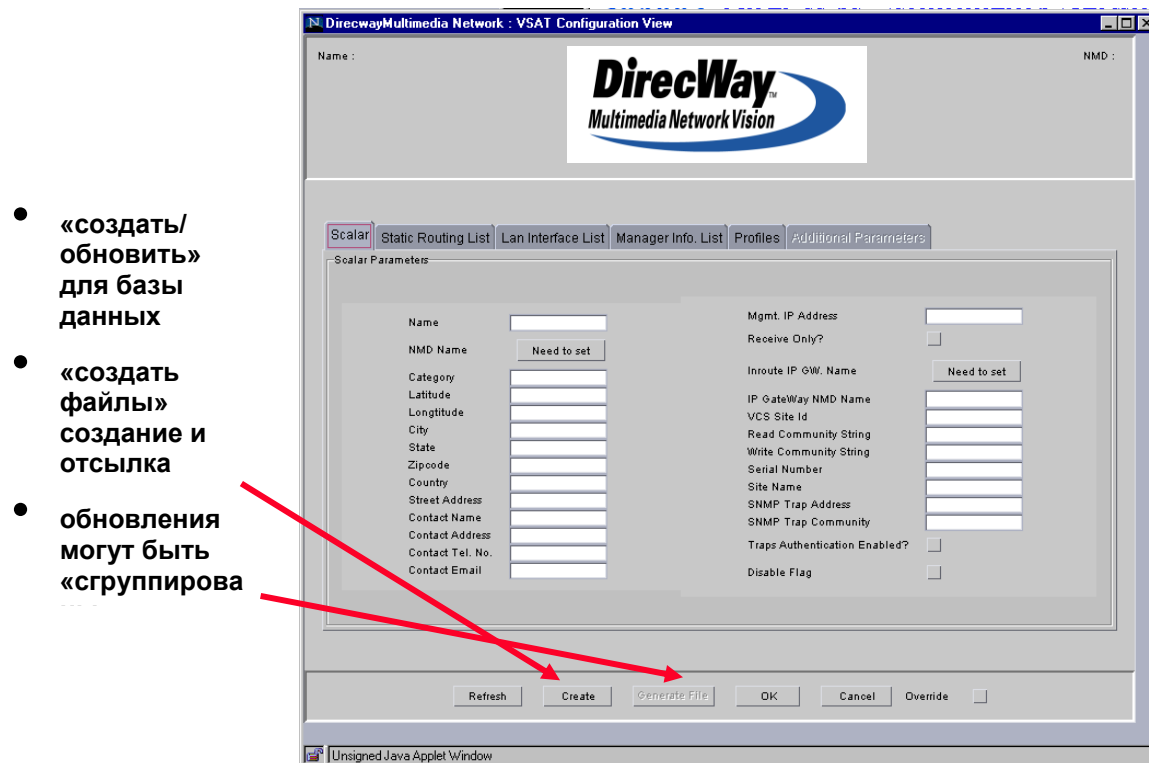


Рис. 4-2: Типичная конфигурация DW Vision GUI

Непривилегированные операторы имеют специфические права доступа к каждому домену, находящемуся под их контролем. База данных DW Vision поддерживает набор прав доступа для

каждой комбинации оператор – домен. Оператор может иметь одно право или набор из следующего списка прав доступа:

- Мониторинг – Оператор имеет доступ только для чтения конфигурации, состояния и статистической информации для устройств домена;
- Управление – Оператор может формировать команды управления устройствами в домене;
- Конфигурация – Оператор может изменять конфигурацию устройств в домене;
- Формирование новых параметров конфигурации – Операторы и поддерживающий персонал с расширенными правами могут изменять параметры проверки на достоверность, подавлять системные параметры и вводить параметры, заданные пользователем.

Основные функции

Специфические функции сетевого управления, обеспечиваемые DW Vision, включают:

- Управление доступом
 - Поддерживается база данных управления доступом, которая содержит информацию об операторах и доменах;
 - Подтверждение прав оператора с помощью идентификатора пользователя/ пароля, необходимых для входа в систему;
 - Логическое разделение сетевых устройств (VSATs и компонентов центральной станции) на домены, определяемые в соответствии с пользователями системы;
 - Осуществляет ограничения на доступ оператора (мониторинг, подтверждение, управление, конфигурирование, изменение параметров конфигурирования);
 - Управление использованием ресурсов системы управления сетью (NMS) с помощью разрыва пассивных сессий и освобождения ресурсов,
- Топология и состояние
 - Мониторинг состояния терминалов DIRECWAY и оборудования центральной станции с помощью периодического опроса о состоянии;
 - Управление иерархическим группированием терминалов DIRECWAY в соответствии с критерием доменов и другими критериями;
 - Предоставляет подключенным пользователям информацию о состоянии и изменении топологии.
- Конфигурация
 - Позволяет привилегированным операторам добавлять в базу данных и удалять из нее периферийные терминалы DIRECWAY и компоненты центральной станции, а также приписывать их конкретным доменам;
 - Управляет конфигурацией терминалов DIRECWAY и компонентов центральной станции, находящихся в базе данных;
 - Организует общие наборы параметров конфигурации в «профили» и управляет распределением профилей между терминалами DIRECWAY;
 - Управляет версиями файлов программного обеспечения и распределением этих файлов между терминалами DIRECWAY и компонентами центральной станции;

- Формирование конфигурационных файлов
 - Формирует файлы индивидуальных параметров и профильные файлы параметров для терминалов DIRECWAY и компонентов центральной станции на основе содержащейся в базе данных информации о параметрах;
 - Поддерживает регистрацию изменений конфигурации, осуществленных операторами;
- Администрирование
 - Обеспечивает интерфейсы для мониторинга и управления сервером сетевого управления NM;
 - Обеспечивает интерфейсы для модификации параметров в рамках всей NMS.

Сетевая навигация

Удобный для пользователя графический интерфейс GUI предоставляет перемещаемые строки, меню опций, окна проверок, перечни для выбора, возможности перемещения и фиксации элементов, что позволяет оператору выполнять операции с минимальным числом нажатий на клавиши. После первоначального входа в систему оператор имеет два выбора: VSAT View или Hub View. Каждая из этих опций обеспечивает доступ к соответствующим окнам (экранам) для выполнения необходимых операций. Оператор может выбрать одно или несколько окон одновременно.

VSAT View

VSAT view высвечивает иерархическую таблицу и меню, на основании которых оператор может определить состояние VSAT, запустить окна состояния и конфигурации. Экран VSAT View показан на **Рис. 4-3**.

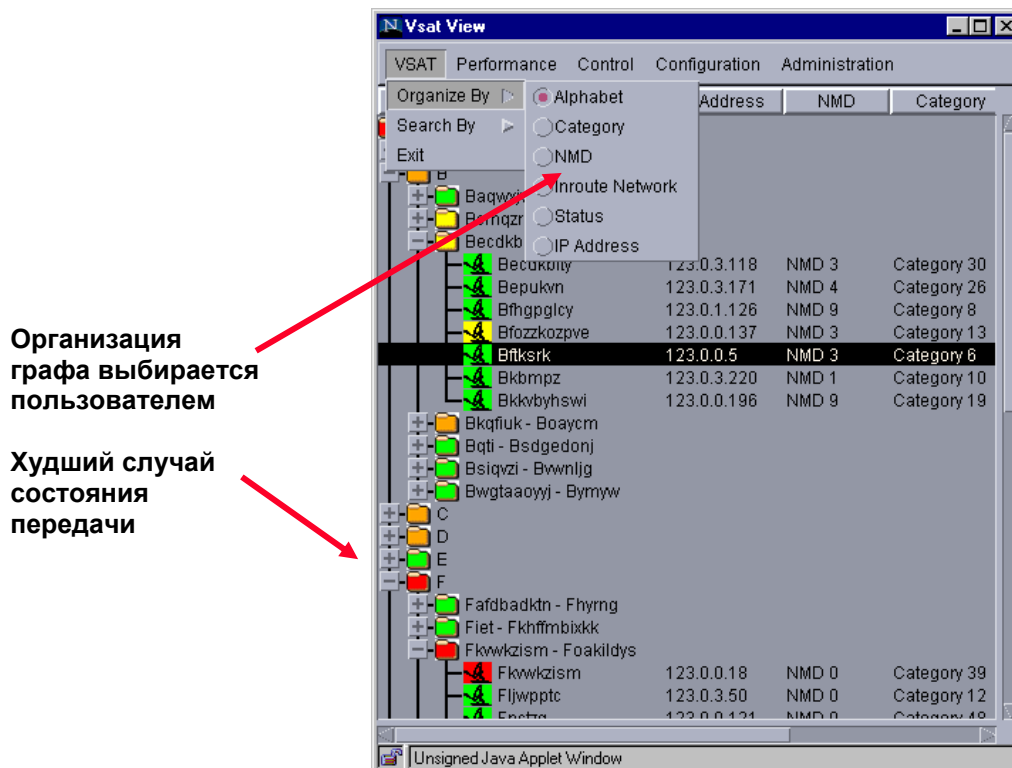


Рис. 4-3 : Пример экрана DW Vision VSAT View

Иерархическая таблица

Иерархическая таблица предоставляет эффективный и гибкий инструмент организации представления терминалов. Категории, по которым группируются терминалы, представлены символами фолдеров (папок), которые первоначально закрыты, но двойное нажатие клавиши «мыши» открывает папку с расширенным перечнем терминалов, находящихся в этой папке. Перечень VSAT может объединять терминалы несколькими путями:

- По алфавитному порядку - при таком объединении VSAT, чьи имена начинаются с одной буквы, группируются в папку, отмеченную этой буквой. Если в папке содержится более 16 VSAT, то VSAT view автоматически реорганизует фолдер, создавая несколько суб-фолдеров. Суб-фолдеры отмечены аналогично страницам словаря именами первого и последнего VSAT в этом суб-фолдере.
- По доменам NMD – высвечивается фолдер для каждого домена управления.
- По обратным каналам – высвечивается фолдер для каждой сети обратных каналов, а внутри фолдера обратных каналов высвечивается фолдер для каждого конкретного обратного канала.
- По состоянию – высвечивается фолдер для каждого типа состояния VSAT, что позволяет оператору легко определить какие VSAT работают, не работают, имеют отказы и т.д.
- По категориям – VSAT объединяются по категориям, формируемым оператором. Категория, к которой принадлежит конкретный VSAT, назначается во время создания и может быть изменена с помощью экрана конфигурации VSAT.

Кроме иерархической таблицы возможности поиска VSAT позволяют оператору быстро найти конкретный VSAT по имени или IP адресу. Когда VSAT найден, фолдер или его часть раскрывается, а иерархический перечень располагается так, что этот VSAT оказывается в центре (по возможности) и подсвечивается. Если VSAT не найден, появляется сообщение об ошибке. Состояние VSAT отмечается цветом символа, представляющего данный VSAT. Статус фолдера отражает наиболее критические состояния всех VSAT и фолдеров внутри данного фолдера. Иерархическая таблица также отображает IP адрес, домен, категорию и состояние каждого VSAT в таблице. Экраны конфигурации и состояния могут запускаться выбором VSAT в иерархической таблице, которая подсвечивает VSAT, и с помощью основного меню. Кроме того, оператор может вызвать «всплывающее» меню, нажав правую клавишу «мыши» с курсором, установленным на выбранный VSAT.

Административные экраны могут запускаться из основного меню VSAT View, если в систему входит привилегированный оператор.

Hub View

Hub View - это графическое представление центральной станции (концентратора) DIRECWAY. С помощью Hub View оператор может просматривать состояние и запускать экраны статистических данных и конфигурации. Hub View отображает все компоненты NOC, управляемые с помощью NMS, эти компоненты отображаются различными цветами, цвет отражает эксплуатационное состояние и состояние резерва. (Цвета имеют одно значение как для терминалов, так и для компонентов центральной станции DIRECWAY). Резервные компоненты показаны рядом.

Hub View использует алгоритмы автоматического масштабирования и расположения окна, что позволяет производить автоматическое масштабирование при добавлении или удалении компонентов центральной станции. Он также обеспечивает выбор части изображения и увеличение размеров изображения, что позволяет оператору быстро сфокусироваться на конкретной части центральной станции. Экраны конфигурации и статистики запускаются выбором компонента центральной станции, который в результате выбора подсвечивается, и использованием основного меню для выбора нужного экрана. Или же оператор может запустить «всплывающее» меню нажатием правой клавиши «мыши» с курсором, подведенным к выбранному компоненту центральной станции. Все меню чувствительны к контексту. Административные экраны могут запускаться из основного меню Hub View, если в систему входит привилегированный оператор. **Рис. 4-4** отображает конфигурацию Hub View.

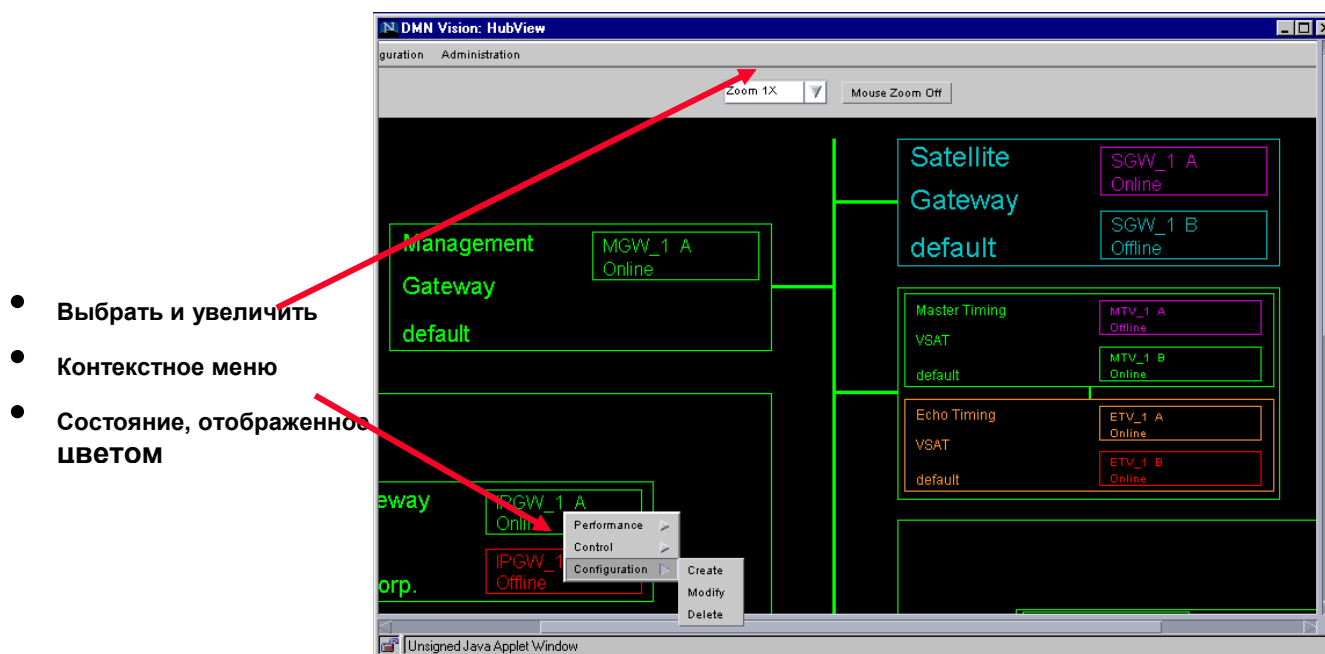


Рис. 4-4: Пример конфигурационного экрана DW Vision Hub View

4.7 ОБОРУДОВАНИЕ ТЕЛЕФОНИИ

На рис. 4-5 показана архитектура системы DIRECWAY для обеспечения услуг телефонии.

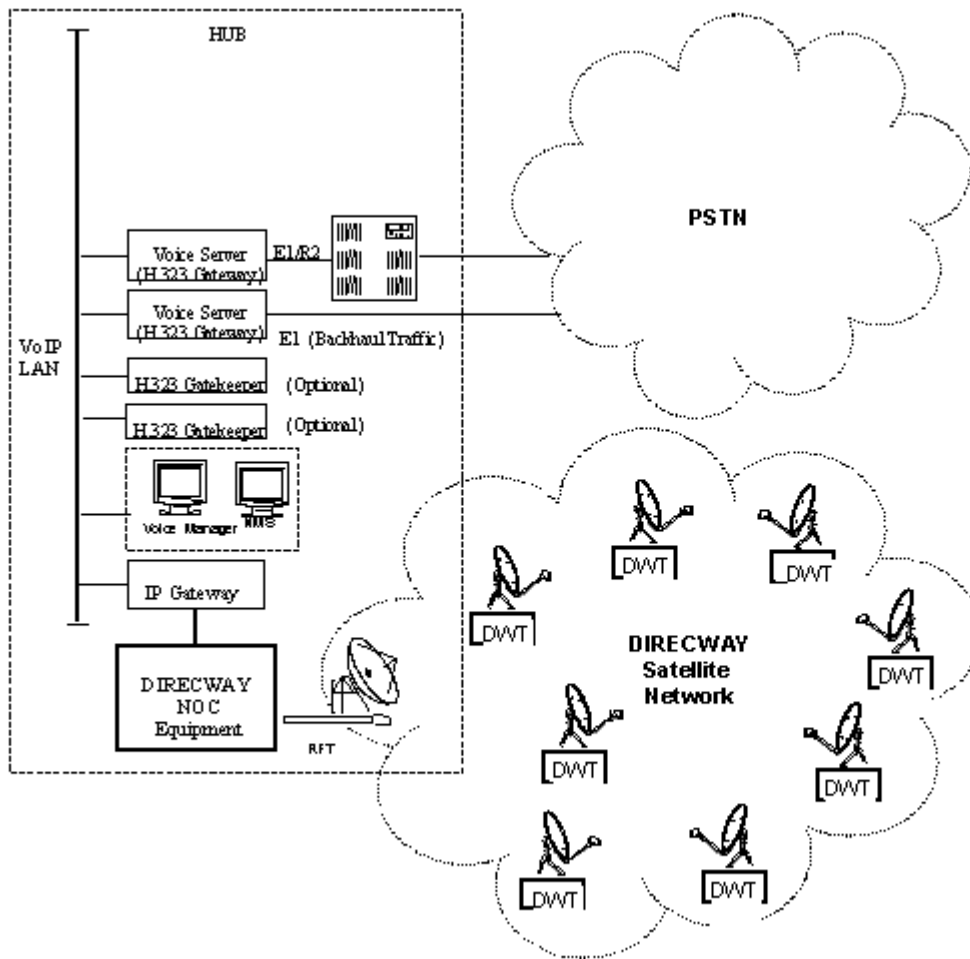


Рис. 4-5. Архитектура системы DIRECWAY для поддержки услуг передачи речи

Основными блоками, которые обеспечивают передачу по протоколу IP в системе DIRECWAY, являются один или несколько телефонных серверов, брокер полосы, IP шлюзы для телефонии и системное управляющее устройство (менеджер системы), которые подключаются к локальной сети операционного центра; дополнительным опциональным устройством является так называемый гейткипер (Gatekeeper).

Телефонный сервер представляет собой шлюз H.323, который обеспечивает связность между периферийным блоком телефонии (DW6040) и телефонной сетью общего пользования (ТСФОП). В случае шлюза с сигнализацией R2 телефонный сервер взаимодействует с АТС по стандартным соединительным линиям E1, по которым проходят сигналы телефонии и сигнализации R2. Оборудование телефонного сервера и количество соединительных линий должны выбираться, исходя из телефонной нагрузки в системе.

Телефонный сервер взаимодействует с периферийным блоком DW6040 через спутник с помощью протокола H.323 для установки, управления и разрыва соединения. Для обеспечения дуплексного соединения для передачи речи используется протокол RTP (real-time transport protocol).

Менеджер системы включает менеджер передачи речи и систему управления сетью (NMS). Взаимодействуя, они выполняют функции управления всеми компонентами системы. Менеджер передачи речи обеспечивает конфигурацию и управление телефонными серверами и гейткиперами. Менеджер передачи речи, телефонный сервер и гейткипер являются стандартными изделиями компании Cisco Systems.

Bandwidth Broker- брокеры полосы: обрабатывают запросы на пропускную способность от блоков телефонии для назначения/ снятия полосы, выделенной в обратном канале для передачи речи и факсов.

Особенности шлюза H.323

Цифровой интерфейс с сетью общего пользования: шлюз поддерживает платы T1/E1/ PRI; цифровую систему сигнализации R2 и первичную скорость доступа ISDN. Другие системы сигнализации являются опционными. Система сигнализации SS 7 требует использования внешнего преобразователя систем сигнализации.

Стандартный интерфейс для подключения шлюза к АТС клиента: G.703 E1.

Передача факсов в реальном масштабе времени: шлюз поддерживает стандарт ITU-T T.38 для передачи факсов со скоростью до 9600 бит/с.

Кодек речи: шлюз поддерживает кодек речи G.729a 8 кбит/с.

Эхо компенсация E.168: шлюз обеспечивает эхо компенсацию до 128 мсек.

Адаптивная буферизация для компенсации джиттера

Выделение периода наличия речи (подавление периодов молчания): молчание составляет 50% времени телефонного соединения, в эти периоды речевые пакеты не передаются, освобождая тем самым пропускную способность для передачи трафика данных.

Регенерация приятного фона: во время молчания в течение телефонного соединения формируется мягкий шумовой фон.

Планы нумерации: обеспечивается соответствие набираемых телефонных номеров IP адресам; для ускорения набора номера и упрощения конфигурации плана нумерации используется автоматическое расширение номера.

Обработка вызова и формирование тональных сигналов: формирование тональных сигналов прохождения вызова, включая тон, приглашающий к набору номера, занято, обратного вызова, перегрузки, в соответствии с вариантами, используемыми в конкретной стране.

Функции менеджера передачи речи (Voice Manager)

Управлением портом телефонии – управляет конфигурацией соединительного порта E1 в режиме одного или набора портов (на основе графического интерфейса GUI).

Управление планом нумерации—создание планов нумерации и адресов VoIP и управление ими (на основе графического интерфейса GUI).

Формирование отчетов— формирование подробных отчетов, предоставляются дополнительные возможности для расширенных отчетов, создание отчетов в соответствии с требованиями конкретного клиента, сбор данных для отчета из множества источников. Отчеты CVM включают: историю прохождения вызова и соединения, отчет о количестве и длительности вызовов и соединений, отчет о качестве передачи речи на основе рекомендации ITU-T G.113 для качества передачи речи, отчет об активных соединениях, отчет о задержках в сети.

Отчеты о параметрах телефонного вызова и соединения

Отчеты о параметрах соединения формируются шлюзом H.323.

Отчеты о параметрах соединения содержат следующую информацию: тип отчета, IP адрес источника, IP адрес получателя, идентификатор (ID) соединения, вызывающий/ вызываемый номер, суб-адрес, запись о разрыве соединения, время соединения.

Менеджер передачи речи извлекает из шлюза отчеты о параметрах вызова и соединения и хранит их на жестком диске.

4.8 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ ПАКЕТОВ И МНОГОАДРЕСНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Система DIRECWAY позволяет распределять цифровые пакеты на принимающие персональные компьютеры (ПК). Система условного доступа DIRECWAY гарантирует, что пользователь может получить только пакеты, предназначенные для него. Термин «пакет» относится к любым данным (включая электронные документы, мультимедийные данные, пакеты программного обеспечения и т.д.), которые могут иметь форму группы файлов ПК. Доставка пакетов используется отправителем (источником) информации для передачи пакетов на соответствующие приемники DIRECWAY. Примером использования услуги является распространение объявлений и рекламы на теле- и радиостанции.

Чтобы подготовить пакет к передаче, издатель информации объединяет все файлы пакетов в единый файл, используя соответствующую утилиту (например, PKZIP), и загружает этот в NOC, используя готовый механизм передачи (например, протокол FTP). Существуют опции для обеспечения издателю возможности управления распространением его пакетов.

Издатель определяет параметры пакетов:

- > Адресация – определяет перечень ПК, которые должны получить пакеты
- > Гарантированная доставка – низкая вероятность ошибки в системе DIRECWAY и высокий коэффициент готовности гарантируют, что, как правило, пакеты доставляются всего одной передачей. Издатель имеет следующие возможности определить, какие меры использовать для обеспечения гарантии безошибочной передачи и получения отчета о статусе доставки.
 1. Запросы на повторную передачу - если ПК пропустил часть пакетов, то он может запросить повторную передачу этих частей. Запрос передается по наземному коммутируемому телефонному каналу или через обратный спутниковый канал. Пропущенная часть информации передается в режиме многоадресной передачи, то есть они передаются один раз, хотя эту часть могли пропустить несколько ПК.
 2. Подтверждение доставки – после успешного получения и инсталляции пакета ПК может послать подтверждение на сервер доставки пакетов (Package Delivery). Эти подтверждения сводятся в таблицы и в форме отчетов отправляются издателю. Этот метод более дорогой, т.к. требует, чтобы каждый ПК послал подтверждение о доставке.
 3. Наилучшая попытка – пакет планируется передавать N раз. Если кадры теряются при первой передаче, то принимающий ПК восполняет пробелы при последующих передачах. Этот механизм гарантирует исключительно высокую вероятность доставки без использования обратного канала для запросов на повторную передачу.
- > Скорость передачи – конфигурируется для каждого пакета со скоростью до 6 Мбит/с для приема через терминалы DW3000/4000/4020 и до 14 Мбит/с для приема через DW6000. FEC Rate – Configurable to provide correction of sporadic packet loss.

- > Приоритеты – низкий, средний или высокий.
- > Предмет, описательное название и описание – опционные поля для текста, используемые принимающим ПК для соответствующего представления пакета пользователю.

Доставка пакетов поддерживает одновременную передачу сразу нескольких пакетов и преимущественное право покупки пакетов низкого приоритета для гарантии своевременной доставки пакетов более высокого приоритета.

Примеры приложений для доставки пакетов:

- > Распределение сервисных/ технических руководств
- > Распределение информации о продуктах и методах их продажи
- > Одновременная загрузка новейших мультимедийных инструментов эффективных продаж для торговых представителей
- > Распределение и установка нового программного обеспечения/ файлов для исправления ошибок на всех ПК предприятия или организации
- > Отправка новейших обучающих видеоматериалов, руководств, новостей для сети дилеров.

На NOC необходимо установить дополнительное оборудование:

- PACKAGE DELIVERY SENDER PC (ПК, который управляет многоадресными группами, инициирует передачу файлов и управляет операциями передачи)
- IP MULTICAST Gateway (шлюз для многоадресной передачи).

4.9 СТОЙКИ С ОБОРУДОВАНИЕМ ОПЕРАЦИОННОГО ЦЕНТРА DIRECWAY NOC

Компоненты операционного центра располагаются в стойках (см. **Рис 4-6**).

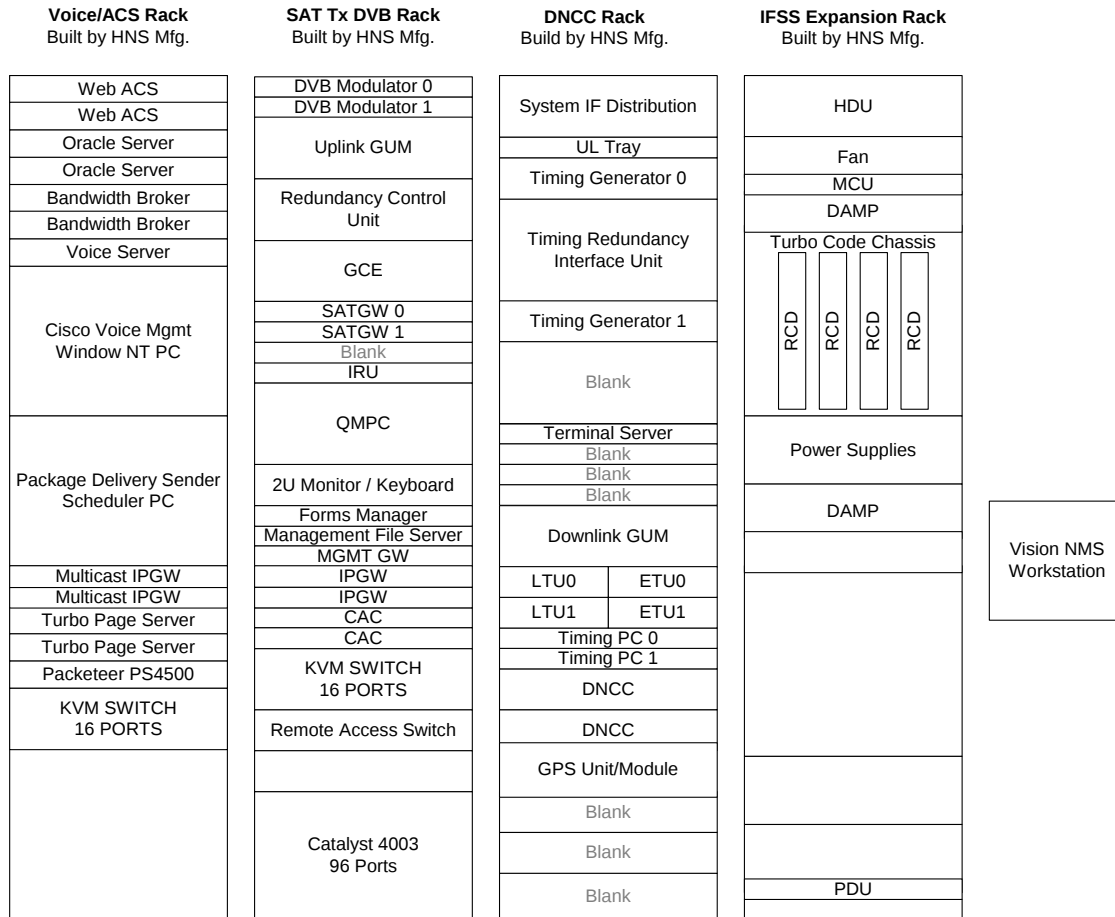


Рис. 4-6. Стойки DIRECWAY NOC

Операционный центр состоит из четырех стоек (SAT TX DVB – стойка оборудования, передающего сигнал на спутник; DNCC - стойка с оборудованием сетевого контрольного кластера DIRECWAY; IFSS – стойка с приемным оборудованием промежуточной частоты, т.е. демодуляторами; стойка для установки дополнительных серверов) и рабочей станции системы управления сетью NMS.

4.10 ТРЕБОВАНИЯ К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

DIRECWAY NOC отвечает следующим требованиям:

Характеристика	Эксплуатация	Хранение и транспортировка
Диапазон температур	От 5 °C до 40 °C	От -40 °C до +66 °C
Влажность	От 10% до 90% без конденсации по всему температурному диапазону	От 10% до 95% в температурном диапазоне от 10 °C до 35 °C
Высота над уровнем моря	До 3050 метров в диапазоне рабочих температур	Выживание на высоте 15240 метров
Вибрации	0,21G	До 1,15G при транспортировке в контейнерах
Удар	Во время и после падения с высоты 15 см	Падение с высоты более 15 см

4.11 ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ, ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ, ВЕС

Полностью заполненная демодуляторами стойка обратных каналов требует 3000 ВА. Тепловыделение составляет 7500 BTU/час, или 2,2 КВт. Вес стойки RCD равен 477 кг.

Стойки для серверов (шлюзы, стойка прямого канала) потребляют по 1500 ВА. Тепловыделение составляет 3750 BTU/час, или 1,1 КВт. Вес этих стоек приблизительно 267 кг.

Все системы работают с электропитанием до 240 В, 50 Гц.

4.12 НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМЫ

Надежность операционного центра NOC рассчитана по методике Bellcore, документ TR-NWT-000332 (процедура расчета надежности электронного оборудования). Среднее время наработки на отказ оборудования NOC в сборе превышает 55 тыс. часов.

Расчетное среднее время наработки на отказ оборудования периферийных терминалов составляет:

- 1) для устанавливаемого на антенне приемопередатчика (ODU) - 135185 часов;
- 2) для кабинетного модуля (IDU) - 144096 часов

5.0 ПЕРИФЕРИЙНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ DIRECWAY

Все терминалы DIRECWAY могут работать с любыми типами персональных компьютеров или рабочих станций (Windows®, Macintosh®, Linux®, или UNIX®), подключаемых к встроенному в терминал интерфейсу Ethernet LAN.

Все типы терминалов DIRECWAY имеют следующие общие особенности:

- Простота установки и ввода в систему.
- Использование протокола SNMP для целей контроля и управления со стороны NOC.
- Контроль и управление от DIRECWAY NOC с помощью системы Vision NMS: терминалы DIRECWAY контролируются Vision NMS, контрольная информация включает состояние и статус терминала, а также данные о возникших ошибках и т.п.
- Загрузка программного обеспечения с NOC через спутниковую линию. Допускается загрузка специального программного обеспечения на заводе перед отгрузкой, это программное обеспечение позволяет после установки терминала загрузить начальную конфигурацию и ключевую информацию с помощью веб интерфейса.
- Встроенная система безопасности связи: терминалы DIRECWAY выпускаются с системой кодирования на аппаратном уровне.
- Встроенные TCP ускорители для улучшения характеристик передачи через спутниковые каналы.
- Эффективные методы доступа к обратным каналам для оптимизации характеристик IP приложений, в том числе для приложений реального масштаба времени.
- Встроенные функции маршрутизации.
- Опциональная встроенная функция VPN с автоматическим дозвоном (Automatic Dial Backup - VADB): при отказе спутниковой линии терминал устанавливает коммутируемое наземное соединение с NOC через виртуальную частную сеть VPN.

5.1 ТЕРМИНАЛ DW6000

DW6000 может использоваться индивидуальными пользователями, малыми/ домашними офисами, корпоративными пользователями. DW6000 совместим в одной сети с другими терминалами DIRECWAY (например, DW3000, DW4000, DW4010, DW1000).

На данный момент DW6000 является самым совершенным терминалом DIRECWAY.

DW6000 поддерживает пользовательский интерфейс 10/100 BaseT Ethernet LAN и опциональный встроенный модем (модем нужен для функции VADB), также имеется USB интерфейс. Связь с терминалом DW6000 для целей установки и ввода в систему может осуществляться с помощью интерфейса Ethernet LAN или USB.

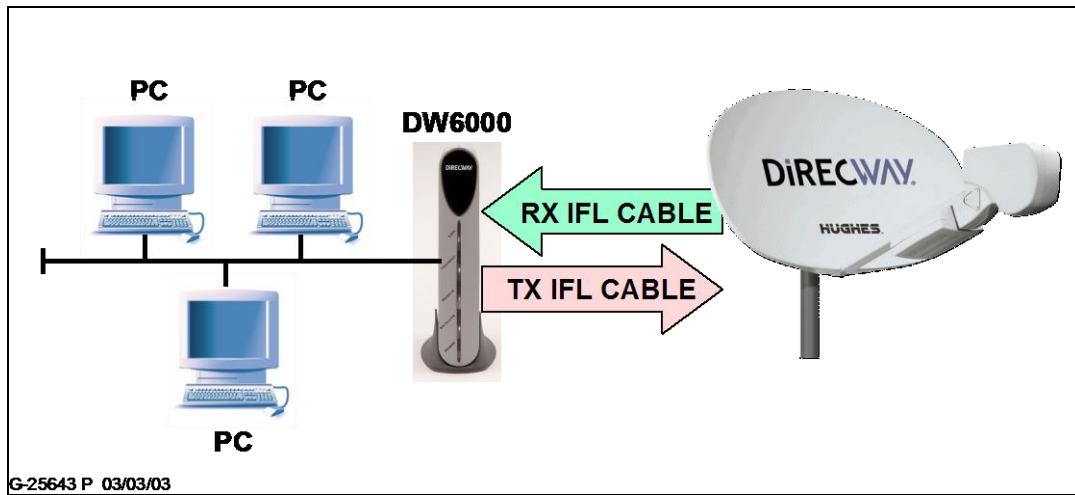


Рис. 5-1. Терминал DW6000

Безопасность

DW6000 не требует от пользователя навыков эксплуатации и вмешательства в работу терминала. Все программное обеспечение и параметры конфигурации хранятся в энергонезависимой памяти. Параметры коммиссионинга вводятся в блок либо через веб браузер, подсоединенный к порту Ethernet, либо загружаются с NOC. Параметры конфигурации загружаются с NOC через прямой канал. Таким же образом загружается обновленное программное обеспечение или дополнения к нему.

Терминалы DW6000 выпускаются каждый с уникальным ключом кодирования, запрограммированном в специальной микросхеме. Во время процесса коммиссионинга терминал идентифицирует себя перед NOC с помощью этого аппаратного ключа. Этот ключ используется при приеме всей управляющей информации и других ключей для одноадресных и многоадресных сессий. Без соответствующего ключа терминал не может принять данные из прямого канала.

После включения терминала производится встроенное автономное тестирование для проверки правильности функционирования всех аппаратных компонентов. Терминал DW6000 захватывает прямой канал и использует мастер ключ для приема своих ключей сессий. Передающая часть терминала не активируется до тех пор, пока блок не захватит и не расшифрует прямой канал. Если в процессе работы терминал потеряет прямой канал (из-за повышенного затухания при осадках или в результате отказа оборудования), то передающая часть выключается. Кроме того, терминал выключает передатчик, если он в течение определенного времени не получает квитанции на пакеты, переданные по обратному каналу. Эта особенность работы терминала гарантирует, что в случае отказа он не будет создавать помехи другим терминалам сети.

Характеристики

Терминал DW6000 обеспечивает эффективные высокоскоростные прием и передачу IP трафика.. HNS разработал специальные меры для улучшения характеристик передачи по спутниковым каналам, снижения времени реакции, повышения эффективности использования частотного ресурса для протокол TCP и высших уровней IP протоколов.

- Высокоэффективный многоадресный и одноадресный IP транспорт через интерфейс Ethernet LAN 10/100BaseT – терминал DW6000 может поддерживать по крайней мере 5 Мбит/с подвергнутого спуфингу TCP/HTTP трафика или до 15 Мбит/с агрегированного

трафика из прямого канала в локальную сеть. LAN интерфейс может работать в дуплексном или полудуплексном режиме.

- IP приоритеты и IP фильтрация – обеспечиваются 4 уровня IP приоритетов. Терминал обрабатывает данные и ставит их в очередь в зависимости от приоритета данного протокола. Для предотвращения передачи по спутниковой линии ненужного трафика можно активировать функцию IP фильтрации. Параметры IP фильтрации весьма гибкие и обеспечивают блокирование и разрешение на передачу для выбранных адресов источников или номеров портов.
- Гибкие методы доступа к обратным каналам – терминал DW6000 поддерживает несколько методов доступа для обеспечения эффективных характеристик для разнообразных приложений. Использование конкретного метода доступа зависит от типа пропускаемого трафика. Например, терминал DW6000 обеспечивает непрерывную полосу при передаче телефонного и факсимильного трафика от блока DW6040.
- Ускоритель Performance Enhancing Proxy – PEPv3 - последняя версия ускорителя HNS для TCP трафика. PEPv3 выполняется терминалом и не требует внешнего программного обеспечения. PEPv3 обеспечивает значительное увеличение пропускной способности и времени реакции при одновременном снижении необходимой полосы. Эта особенность позволяет мультиплексировать несколько подвергнутых спуфингу TCP сообщений в один магистральный протокол сегмента данных, что приводит к уменьшению задержки передачи в обратном канале и снижению размера заголовков пакетов, а также снижает трафик квитанций. PEPv3 минимизирует повторные передачи в случае неожиданной перегрузки прямого или обратного каналов.
- DNS кэширование и предварительная загрузка позволяет снизить время реакции за счет исключения необходимости поиска доменного имени, на что могло бы потребоваться соединение в два спутниковых скачка. DNS прокси поддерживает кэш памяти, данные в которую заранее загружаются с NOC, кроме того, данные в кэш памяти пополняются при локальных поисках DNS, инициированных локальной сетью.
- PPPoE клиент обеспечивает легкость управления с предоставлением на каждый пункт своей согласованной скорости передачи CIR, поиска неисправностей и проверки состояния пользовательского трафика.
- Турбо страница (Turbo Page) разработана для ускорения работы веб браузеров и других веб приложений. Эта дополнительная особенность выполняет упреждающую загрузку HTML объектов и их передачу на периферийный терминал до того, как веб приложение их запросит, что значительно улучшает время реакции.
- Компрессия IP заголовков в обратном канале позволяет DW6000 сжимать заголовки передаваемых IP пакетов, что ведет к уменьшению необходимой полосы обратного канала и экономичному использованию ресурса космического сегмента.

Встроенные функции маршрутизации

Терминал DW6000 выполняет следующие функции маршрутизации:

- Функция перевода сетевых адресов NAT обеспечивает перевод между IP адресами локальной сети и IP адресами, используемыми на стороне спутника/NOC
 - Простой перевод сетевых адресов позволяет корпоративным клиентам устанавливать сеть терминалов DIRECWAY без необходимости изменять схему адресации в их существующих периферийных локальных сетях. При использовании статических таблиц перевода это позволяет обеспечить доступ к серверам локальных сетей со стороны глобальной сети WAN.

- Перевод типа NAPT (перевод сетевых адресов и портов) дает возможность малым офисам/индивидуальным пользователям использовать один IP адрес на стороне спутника/NOC для отправки и приема трафика данных для множества устройств с различными адресами на стороне локальной сети. Эта функция, будучи совмещенной с функцией DHCP, обеспечивает поддержку нескольких компьютеров на стороне малого офиса/ индивидуальных пользователей.
- DHCP (протокол динамической конфигурации хоста) сервер и DHCP ретранслятор позволяют осуществлять управление IP адресами на локальной сети.
- IGMP (широковещательный протокол взаимодействия групп) позволяет хостам локальной сети взаимодействовать с DW6000 для присоединения или выхода из многоадресного потока, который дозволен данному DW6000 для приема по спутниковой линии.
- ICMP (протокол управляющих сообщений) позволяет DW6000 отвечать на стандартные сообщения типа пинга.
- Фильтрующий брандмауэр дает возможность использовать простые заранее заданные правила фильтрации пакетов для предотвращения злонамеренного доступа со стороны Интернет или глобальной сети. Брандмауэр применим только к пакетам, полученным по прямому спутниковому каналу. Брандмауэр не блокирует никакие пакеты сетевого управления, так как эти пакеты распознаются по адресу их источника и не направляются на брандмауэр.
- RIP (протокол маршрутной информации) позволяет уведомлять хосты локальной сети, подключенные к DW6000, о недоступности спутниковой линии, чтобы хосты могли направлять трафик по другим маршрутам.

5.2 БЛОК ТЕЛЕФОНИИ DW6040

Блок телефонии DW6040 (или VAP) специально разработан для обеспечения высококачественных телефонных соединений через систему DIRECWAY. DW6040 подключается к интерфейсу Ethernet LAN терминала DW6000. Блок телефонии VAP имеет четыре порта для подсоединения телефонного или факсимильного аппарата по двухпроводной линии FXS. В блоке DW6040 используется кодирование речи со скоростью 8 кбит/с по стандарту G.729. блок также поддерживает передачу факсов со скоростью 9,6 кбит/с.

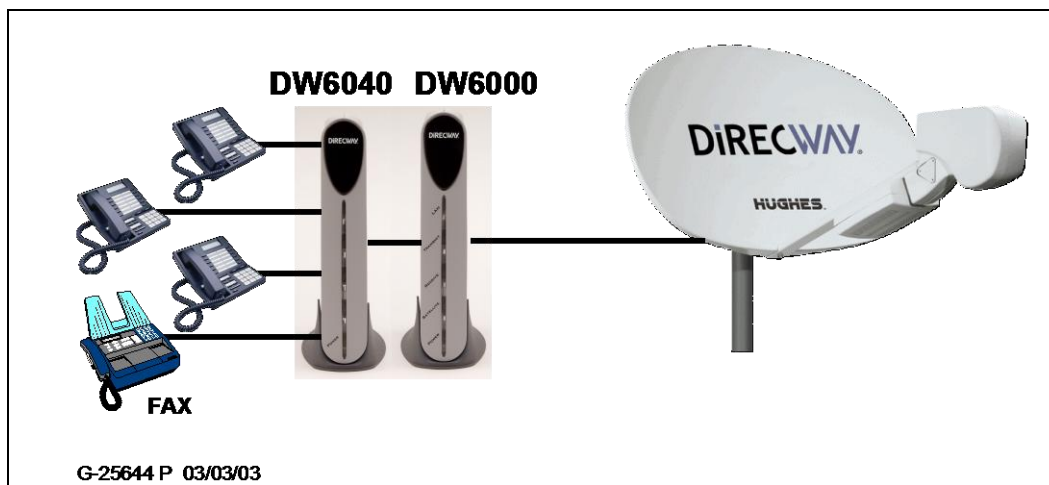


Рис. 5-2. Периферийный терминал DW6000 с DW6040

DW6040 обеспечивает установление и разрыв соединений от и к пользовательскому оборудованию, подключенному к этому блоку. Со стороны IP интерфейса транспортной сети блок работает как терминал с протоколом H.323. Блок VAP взаимодействует с системой DIRECWAY для занятия и освобождения полосы в обратном канале для каждого отдельного вызова и соединения. Это позволяет выделить обратный канал для использования одним периферийным терминалом, или же для использования его группой терминалов. Конфигурация управляется с помощью Vision NMS и, если данная функция активирована, это дает возможность определенной группе терминалов DW6000 использовать специфическую группу обратных каналов, которая не может быть использована другими пользователями. Это гарантирует обеспечение высокого качества услуги для каждого вызова и соединения.

Блок VAP выполняет все функции, необходимые для установления и разрыва соединения, передачи и приема телефонных и факсимильных вызовов. Конфигурирование блока и управление им осуществляется с помощью системы управления сетью Vision NMS с операционного центра NOC.

5.3 ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК ODU

Терминалы DIRECWAY оснащаются следующим оборудованием, устанавливаемым вне помещения:

- Антенны размером 74 см (эллиптическая), 89 см, 98 см, 120 см или более в зависимости от зоны обслуживания спутника.
- Малошумящий усилитель-преобразователь (LNB) для приема несущей со спутника.
- Передающая часть ODU для передачи данных на спутник.
- Два отрезка коаксиального кабеля RG-6 для соединения кабинетного модуля с приемопередатчиком.
 - Приемная часть кабеля соединяет LNB и блок DW6000.
 - Передающая часть кабеля соединяет DW6000 с передатчиком блока ODU.

На **Рис. 5-3** показана антенна с блоком ODU для периферийного терминала.



Рис. 5-3. Антенна с приемопередатчиком

5.4 ТРЕБОВАНИЯ К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ЭЛЕКТРОПИТАНИЮ

Приемопередатчик ODU защищен от воздействия погодных факторов и работает в диапазоне температур от -40 °C до +55 °C. Кабинетный модуль предназначен для работы в стандартных условиях офиса или квартиры:

- Температура от 5 °C до 40 °C
- Относительная влажность от 10% до 90%, без конденсации во всем диапазоне рабочих температур.

Для терминалов DIRECWAY используется стандартное питание переменным током с напряжением 90-264; 47-64 Гц. Питание подается только на кабинетный модуль, питание приемопередатчика осуществляется от кабинетного модуля по тому же кабелю, по которому передается сигнал для излучения на спутник.

DW6000 соответствует Европейским стандартам и требованиям (European Telecommunications Standards Institute – ETSI и Radio and Telecommunications Terminal Equipment - RTTE):

- EN 60950: 1992 с A1:1/93, A2:8/93, A3:10/95, A4:3/97, A11:10/97
- EN 301-489-I2 V1.1.1, 2000
- EN 301-428, 2000
- RTTE директива: 99/5/EC
- EMC директива: 89/336/EEC
- Низкое напряжение: 73/23/EEC с 93/68/EEC

ПРИЛОЖЕНИЕ А ТУРБО INTERNET®/INTRANET

А1 ОБРАБОТКА TCP И IP

Для повышения эффективности и ускорения процесса передачи TCP/IP трафика HNS разработала специальные меры. Последующее описание относится к обработке одноадресного трафика, как правило используемого при вэб браузеринге.

Турбо Интранет, также известный как PER (Performance Enhancing Proxy – улучшающий характеристики прокси, ускоритель), осуществляет специальную обработку («спуфинг») исходящего TCP трафика, т.е. TCP соединений между IP хостами в центре сети и IP хостами на периферии. NOC с помощью управляющих блоков поддерживает спуфинг нескольких тысяч одновременных TCP соединений. (Количество одновременных соединений, поддерживаемых на приемном конце одним блоком DIRECWAY пропорционально размеру буферного пространства и скорости сессий, подвергнутых спуфингу на передающем конце). Когда ресурсы спуфинга (буферов или управляющих блоков) исчерпаны, то дополнительные TCP соединения передаются в системе без спуфинга. Специальная конфигурация на каждое соединение не требуется. Турбо Интранет динамически определяет установление и разрыв TCP соединений.

Пропускная способность TCP

Пропускная способность определяется простой формулой:

$$\text{Пропускная способность} = \text{размер TCP окна} / \text{RTT}$$

Размер TCP окна представляет собой количество данных, которые могут быть переданы без получения квитанции. RTT (round trip time) – время между началом передачи данных и моментом приема квитанции на первый байт передаваемых данных.

Пропускная способность TCP ограничена тремя факторами:

- полосой, доступной для передачи данных и квитанций; TCP ограничен самым узким участком тракта передачи;
- временем, необходимым для увеличения TCP окна; оно определяется медленным стартовым алгоритмом TCP;
- размером TCP окна; многие версии реализации TCP ограничивают максимальный размер TCP окна сравнительно малыми величинами порядка 32 кбайт, или даже 8 кбайт.

Исходящий DVB канал предоставляет широкополосный тракт для TCP данных. Турбо Интранет компенсирует другие ограничения TCP.

TCP спуфинг

При получении TCP трафика от внешних устройств NOC формирует и отправляет соответствующие квитанции на локальном уровне. Такие локальные квитанции позволяют IP хосту, посылающему информацию, быстро увеличить размер TCP окна до максимальной величины, т.к. этот процесс происходит со скоростями локальной сети. Кроме того, локальное квитирование позволяет IP хосту посылать больше данных. Все это обеспечивает значительное увеличение пропускной способности TCP.

NOC сохраняет принятые TCP сегменты данных в буферной памяти и затем направляет их по DVB каналу на соответствующие периферийные блоки DIRECWAY. На участке между NOC и терминалом Турбо Интранет игнорирует исходные размеры TCP окна и использует очень большой внутренний системный размер окна. Размер внутреннего окна изменяем и зависит от размера буферного пространства, отведенного для поддержки TCP спуфинга на приемном конце, т.е. в

блоке DIRECWAY. Большой размер внутреннего окна обеспечивает пропускную способность TCP на уровне 1,5 Мбит/с и более даже для каналов, имеющих RTT 2сек.

По получении TCP сегментов данных DW1000 начинает передавать их на IP хост – адресат. Для управления скоростью передачи блок DIRECWAY использует размер TCP окна, объявленный IP хостом - адресатом в его квитанциях. При превышении скорости поступления данных по DVB каналу над скоростью их передачи на IP хост – адресат блок DIRECWAY сохраняет эти данные в буфере до момента их передачи на IP хост. Однако, в общем случае, за счет передачи данных и квитанций на скоростях локальной сети, буферизация данных не требуется, и данные передаются на соответствующий IP хост без задержки. Буферизация может потребоваться в двух случаях:

- IP хост – адресат не поддерживает столь высоких скоростей, как обеспечиваемые за счет спуфинга;
- IP хост – адресат временно занят и не может достаточно быстро квитировать принимаемые данные.

Для первого случая следует соответствующим образом сконфигурировать размер внутреннего системного окна с тем, чтобы исключить необходимость буферизации, а во втором случае – применять буферизацию на периферийном блоке DIRECWAY до тех пор, пока IP хост не освободится и не начнет прием и квитирование данных с максимально возможной скоростью.

Селективный спуфинг

Селективный спуфинг основан на некоторых правилах конфигурации, которые определяют, какие TCP соединения должны подвергаться спуфингу, а какие нет. Такой выбор может основан на IP адресе источника, подсети источника, IP адресе получателя, подсети получателя и номере порта источника или получателя.

Маршрутизация TCP квитанций

Турбо Интернет требует, чтобы квитанции, посылаемые IP хостом – адресатом, направлялись через блок DIRECWAY и NOC. Терминал должен принимать квитанции для отслеживания текущего размера приемного окна этого IP хоста. NOC должен видеть квитанции потому, что после локального квитирования данных IP хоста – источника NOC взял на себя всю ответственность за доставку данных адресату и осуществление повторных передач потерявшихся или искаженных пакетов.

Чтобы терминал принимал TCP квитанции от IP хоста – адресата, этот IP хост должен быть сконфигурирован на использование блока DIRECWAY в качестве маршрутизатора по умолчанию. Поскольку немногие (а скорее никакие) IP хосты в сети DMN смогут использовать по умолчанию различные маршрутизаторы, то блок DIRECWAY будет работать как маршрутизатор по умолчанию для всего IP юникаст трафика хоста, а не только для TCP квитанций.

Чтобы NOC принимал TCP квитанции, формируемые периферийным IP хостом и передаваемые по обратному каналу блоком DIRECWAY, обратный канал должен быть соединен с NOC, а не напрямую с сетью Интернет клиента.

Уменьшение количества квитанций

Чтобы соответствовать стандартам IETF, TCP должен посылать квитанцию на каждый принятый сегмент TCP данных. Таким образом, увеличение пропускной способности TCP вызывает соответствующее увеличение потока квитанций.

Даже для максимального размера сегментов данных (MSS) 1460 байт пропускная способность 1,5 Мбит/с вызовет обратный поток квитанций со скоростью примерно 41,1 Кбит/с, что является значительным трафиком, который может превышать возможности обратного наземного канала:

$$(1,5 \text{ Мбит/с}) / (1460 \text{ байт/сегмент}) * (40 \text{ байт/квит.}) = 41,1 \text{ Кбит/с}$$

Размер квитанции (IP заголовок и TCP заголовок в сумме дают 40 байт) не зависит от размера сегмента данных. Отметим, что для более ранних версий TCP с MSS 512 байт/с обратный поток квитанций еще больше.

Трафик квитанций занимает полосу, которая могла бы использоваться для передачи данных от периферийного терминала, а недостаточная пропускная способность обратного канала может вызвать потери части квитанций. TCP поддерживает аккумулярованные квитанции, так что потеря изолированных квитанций не влияет на общую пропускную способность. Однако квитанции также используются для определения момента передачи новых данных или момента повторной передачи. Если теряется сразу множество квитанций, то общая пропускная способность снижается и возникает множество ненужных повторных передач пакетов, что в свою очередь еще больше снижает пропускную способность.

Для компенсации этих проблем в Турбо Интранет используется специальный способ уменьшения количества квитанций. Блок DIRECWAY аккумулирует квитанции, которые он получает от периферийного хоста и периодически направляет пакет аккумулярованных квитанций в адрес NOC. Задержка квитанций увеличивает RTT, но это с лихвой компенсируется большим размером внутреннего окна Турбо Интранет. Скорость передачи аккумулярованных квитанций – конфигурируемый параметр, однако опыт эксплуатации показывает, что 10 таких квитанций в секунду – величина близкая к оптимальной. При этом величина трафика квитанций снижается до

$$10 \text{ квит./с} * 40 \text{ байт/квит.} * 8 \text{ бит/байт} = 3,2 \text{ кбит/с}$$

Это значение практически не зависит от пропускной способности исходящего (прямого) канала от NOC и одинаково и для 1,5 Мбит/с, и для 150 кбит/с прямого трафика. Блок DIRECWAY посылает менее 10 квитанций в секунду, если периферийный хост генерирует меньше этого количества квитанций. 10 квит/с соответствуют 116,8 кбит/с прямого трафика:

$$10 \text{ сегментов/с} * 1460 \text{ байт/сегмент} * 8 \text{ бит/байт} = 116,8 \text{ кбит/с}$$

При отсутствии квитанций от периферийного IP хоста блок DIRECWAY также не будет посылать квитанции, т.е. неактивные TCP соединения не добавляют избыточного трафика. Кроме того, уменьшение количества квитанций не влияет на TCP сегменты данных, передаваемые по обратному каналу: сегмент данных всегда передается незамедлительно, даже если он имеет в своем составе квитанцию.