



**Мультисервисная DVB-RCS
платформа**

MediaSputnik 2000 series

Общее описание

www.DVB-RCS.ru

Москва 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	2
1. Общее описание системы	5
2. АРХИТЕКТУРА мультисервисной DVB–RCS платформы	14
2.1 ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ	14
ПОДСИСТЕМА ПРЯМОГО КАНАЛА	16
IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор	16
DVB-S(S2) модулятор	18
QoS Сервер	18
Сервер контроля каналов вещания данных	19
DVB-ASI коммутатор	19
ПОДСИСТЕМА ОБРАТНОГО КАНАЛА	20
Мультичастотный MF-TDMA демодулятор	23
Трафик-Процессор	24
Процессор сигнализации	24
Процессор управления	26
ПОДСИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОПОРНОЙ ЧАСТОТЫ И СИНХРОНИЗАЦИИ	27
Вычисление Задержки передачи сигналов	27
Синхронизация Обратного канала	27
Синхронизация Прямомого канала	28
Частотная Синхронизация	28
Временная синхронизация	28
ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ (NMS)	29
2.2 Абонентские земные станций спутниковой связи MediaSputnik 2000-series	30

Перечень наименований и сокращений

10/100 Base-T	– стандарты физического уровня комитета 802.3, описывающие работу сети Ethernet на экранированной и неэкранированной витых парах при скорости передачи 10/100 Mbit/s;
ALOHA	Протокол канального уровня со случайным доступом, который для обнаружения конфликтов предусматривает квитирование несущей.
ARP	– протокол разрешения адресов - протокол, преобразующий IP-адрес в физический адрес устройства в сети (Address Resolution Protocol);
ATM	– асинхронный режим передачи - метод передачи ячеек фиксированной длины с коммутацией на основе соединений, предназначенный прежде всего для высокоскоростного трафика различных типов (включая голос, данные, видео) при значительной протяженности линий связи (Asynchronous Transfer Mode);
DAMA	– множественный доступ с выделением каналов по требованию (Demand Assigned Multiple Access);
DVB-RCS	цифровое видео вещание с наличием спутникового обратного канала (Digital Video Broadcast – Return Channel System,)
DVB-S	– цифровое видео вещание - спецификация передачи MPEG-2 цифровых сигналов по спутниковым каналам (Digital Video Broadcasting – Satellite);
ETSI	– Европейский институт стандартов по телекоммуникациям (European Telecommunications Standards Institute);
GPS	– глобальная система позиционирования (Global Positioning System);
HTTP	– протокол передачи гипертекста (HyperText Transfer Protocol);
IEEE	институт инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers);
IEEE 802.3	– стандарт IEEE для локальных сетей Ethernet и Fast Ethernet, использующих метод множественного доступа с детектированием несущей и обнаружением конфликтов;
IETF	– группа проектирования Internet (Internet Engineering Task Force);
IPSec	– технология, обеспечивающая кодирование и механизмы аутентификации на сетевом уровне с внедрением необходимых компонентов для развертывания политик безопасности поверх IP сети (IP Secured);
ITU-T	– Международный телекоммуникационный союз - телекоммуникационный сектор (International Telecommunication Union);
LAN	– локальная сеть - соединенные вместе скоростным каналом компьютеры и другие устройства, расположенные на незначительном удалении один от другого и управляемые специальной операционной системой (Local Area Network);
MAC	– управление доступом к среде - протокол, используемый для определения способа получения доступа рабочих станций к среде передачи (Medium Access Control);
MF-TDMA	– многостанционный доступ с частотно-временным разделением каналов (Multiple-Frequency Time-Division Multiple Access);
MPE	– мультипротокольная инкапсуляция – определенный ETSI-DAT протокол, описывающий механизм вставки дейтаграмм в транспортный MPEG-2 поток (Multi-Protocol Encapsulation);

MPEG	– группа стандартов для сжатия и передачи аудио и видео сигналов (Moving Pictures Expert Group);
Multicast	– групповой, многоадресный - специальная форма вещания, при которой копии пакетов доставляются некоторому подмножеству возможных адресатов;
NMS	– система, отвечающая за управление сетью (или ее частью) (Network Management System);
QoS	– качество обслуживания - показатель качества предоставляемых сетью услуг (пропускная способность, длительность и постоянство задержек, возникающих при передаче данных, частота ошибок и вероятность отказа в обслуживании) (Quality of Service);
QPSK	фазовая манипуляция с четвертичными (фазовыми) сигналами (Quaternary Phase-Shift Keying)
PEP	– прокси расширение производительности - методы улучшения производительности Интернет протоколов (Performance Enhancing Proxies);
RIP	протокол маршрутной информации. Протокол маршрутизации для небольших сетей. (Routing Information Protocol)
SCPC	– один канал на несущую (Single Channel Per Carrier);
SLA	– соглашение об уровне сервиса - соглашение между поставщиком услуг и заказчиком (пользователем) о характеристиках предоставляемых услуг (Service Level Agreement);
SOHO	– малый или домашний офис (Small Office/Home Office);
TCP	– протокол управления передачей - основной транспортный протокол в наборе протоколов Internet, обеспечивающий надежные, ориентированные на соединения, полнодуплексные потоки (Transport Control Protocol);
TDMA	– множественный доступ с разделением каналов по времени – метод, позволяющий разместить в одной частотной полосе среды передачи данных несколько независимых каналов (Time Division Multiple Access);
Telnet	– протокол виртуального терминала - позволяет пользователям одного хоста подключаться к другому удаленному хосту и работать с ним как через обычный терминал;
TS	– транспортный поток - MPEG-2 поток, формируемый на базе набора пакетированных элементарных потоков (Transport Stream);
UDP	– протокол пользовательских дэйтаграмм - транспортный протокол передачи данных из семейства протоколов TCP/IP (User Datagram Protocol);
VoIP	– общий термин, подразумевающий под собой голосовую связь по Интернет с использованием специальных протоколов стыка оборудования обеспечивающего передачу голоса (Voice over IP);
VPN	– виртуальная частная сеть - защищенная сеть передачи данных, построенная на базе сети общего пользования с использованием туннелирующих протоколов и средств шифрования трафика (Virtual Private Network);
ИСЗ	искусственный спутник Земли;
РД	разрешительные документы на эксплуатацию СИТ;
СМУ	система мониторинга и управления;
ЗС	земная станция спутниковой связи;
СИТ	спутниковый интерактивный терминал ;
ЦЗС	центральная земная станция спутниковой связи.

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Разработанная компаниями MediaSputnik и EMS Satellite Networks мультисервисная DVB-RCS платформа обеспечивает высокоскоростной спутниковый доступ с приложениями реального времени (передача данных, голос, видео и т.д.), а также стандартные IP приложения (Интернет/Инtranет, электронная почта, передачи файлов, и т.д.). Топология сети на базе мультисервисной DVB-RCS платформы, как правило, строится по типу «звезда» и подразумевает наличие двух трактов передачи:

-  Прямой канал – спутниковый канал от Центральной земной станции (ЦЗС/HUB) до удаленных спутниковых интерактивных терминалов (СИТ/SIT)
-  Обратный канал - спутниковый канал от терминала до Центральной земной станции

Стандарт DVB-RCS утвержден Европейским Институтом Стандартизации в области Связи (ETSI) в 2000 году. Стандарт предлагает прямой канал, основанный на формате данных DVB/MPEG 2, и обратный канал, на основе режима Множественного доступа с Разделением по времени (MF-TDMA). Широкополосная несущая DVB/MPEG 2 может обеспечить скорость передачи в прямом канале до 110 Мбит/с, а режим MF-TDMA предусматривает скорость до 2-4 Мбит/с в обратном канале с каждого удаленного терминала.

На Рисунке 1. представлена общая структурная схема платформы DVB-RCS, которая обеспечивает широкий спектр телекоммуникационных услуг, включая доступ к глобальной сети Интернет, построение географически распределенных LAN/WAN, передачу данных, организацию речевых каналов и видеоконференций по требованию. При этом СИТы могут использоваться для различных уровней потребителей услуг: от крупных предприятий и провайдеров услуг до конечных пользователей.

Прямой канал системы соответствует MPEG2 и ETSI/DVB стандартам, регламентирующим цифровое телевидение.

Трафик прямого канала мультиплексируется на Центральной земной станции в общий широкополосный DVB/MPEG 2 поток и ретранслируется через спутник на сеть СИТов. Данный поток передается с модуляцией QPSK и кодированием Витарби/Рида-Соломона. Для корректного взаимодействия сети Интернет/Инtranет с локальными сетями и передачи данных от СИТов до HUBа используются широко известные сетевые стандарты и протоколы, в частности, протоколы маршрутизации в среде Интернет (IP) и Асинхронный Режим Передачи (ATM).

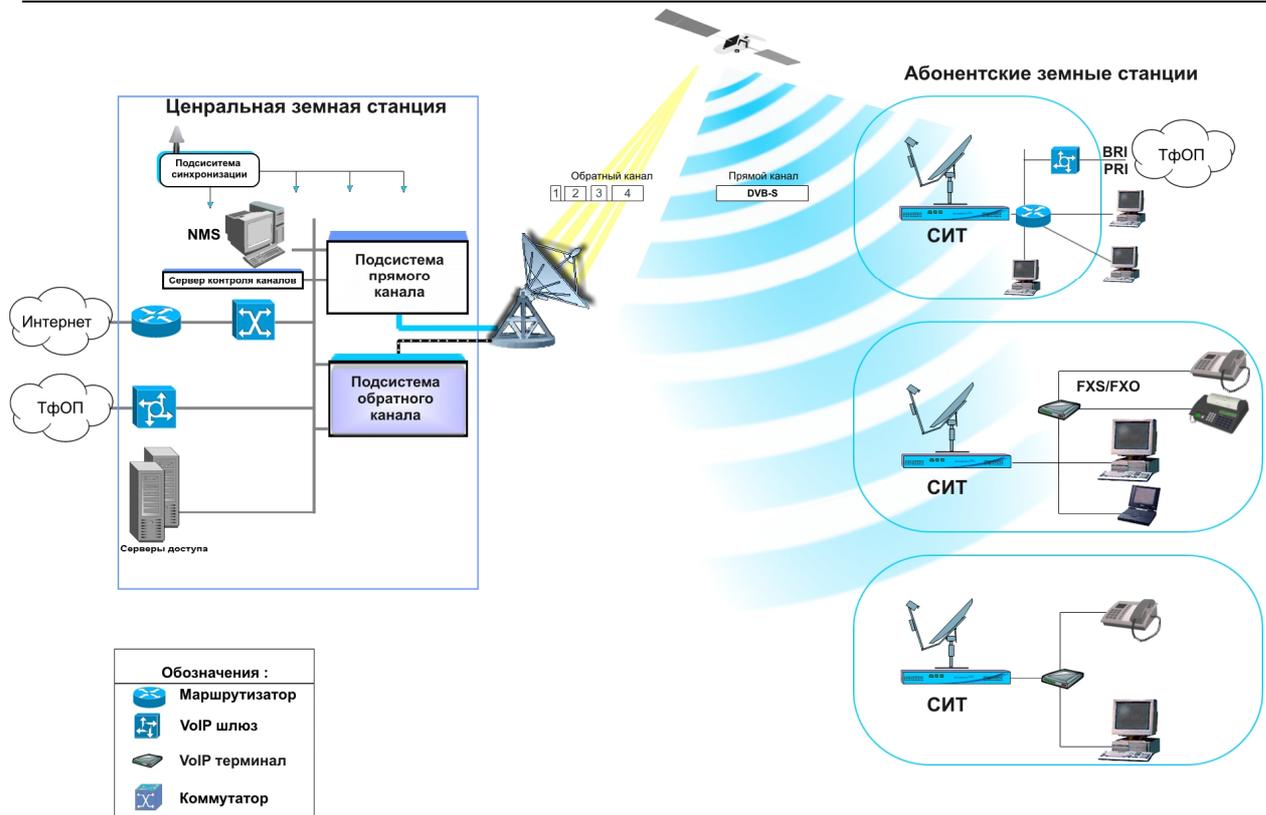


Рис. 1 Структурная схема DVB –RCS платформы

В прямом канале каждому терминалу передаются сообщения сигнализации, сообщения о погрешностях синхронизации и данные для распределения спутникового ресурса (временные и частотные слоты). Сообщения мультиплексируются в транспортный поток в прямом канале. В транспортном потоке передаются и сервисные таблицы, которые обеспечивают СИТы информацией о конфигурации сети: Таблица Сетевой Информационной (NIT), Таблица Описания Сервисов (SDT) и Информационная Таблица Событий (EIT) и др. По установленному стандарту алгоритму удаленные терминалы синхронизируются с прямым каналом, регистрируются на Центральной земной станции и для каждого терминала выделяется частотно-временной план (в терминах MF-TDMA слотов).

Удаленные терминалы используют разноплановую MF-TDMA схему доступа в спутниковую сеть. Например, режим MF-TDMA обеспечивает группам терминалов первичную связь с ЦЗС, используя слотированные пакеты ALOHA. Центральная земная станция выделяет своим авторизированным и активным терминалам ряд пакетов, каждый из которых назначает частоту, полосу, время начала и длительностью временного слота. При этом совокупность несущих частот и временных интервалов называется кадром. В пределах таких кадров СИТы получают доступ к определенному частотно / временным слотам. Используя информацию о MF-TDMA структуре (через служебные таблицы в прямом канале), СИТ получает доступ в сеть с набором несущих частот, каждая из которых разделена на временные интервалы. Пропускная способность для каждого СИТа может распределяться на ЦЗС как статически так и динамически, позволяя СИТам корректно взаимодействовать друг с другом и работать с наибольшей ресурсной эффективностью.

Основные особенности мультисервисной DVB-RCS платформы:

Основанная на открытом стандарте (ETSI EN 301 790) технология, обеспечивает интероперабельность (совместимость) оборудования различных производителей оборудования в одной спутниковой сети.

Схемы распределения ресурсов DVB-RCS сети обеспечивают максимальную эффективность и гибкость системы с минимальными издержками.

Мультисервисная DVB-RCS платформа обеспечивает скорость передачи данных в одном прямом канале до 110 Мбит/с (версия DVB-S2) и скорость одного обратного канала до 4 Мбит/с с общим количеством до нескольких тысяч зарегистрированных терминалов.

Оборудование мультисервисной платформы соответствует политике модульности, масштабируемости и гибкости, позволяя организовывать сети по любым требованиям операторов, и обеспечивая возможность модернизации сети на основе стандартизированных технологических решений.

Общая эффективность DVB-RCS платформы

Общая эффективность может оцениваться несколькими способами. Но, по большому счету, решение DVB-RCS это сбалансированный компромисс между минимальными затратами на спутниковый ресурс, эффективной мощностью, сетевой масштабируемостью и затратами на оборудование.

В стандарте DVB-RCS, использование технологий DVB-S(S2) для прямого канала продиктовано прежде всего экономикой. Недорогие массовые DVB-S2 компоненты уже существуют, в то время как возможно более эффективные схемы реализации фирменных стандартов наложат существенные стоимостные и временные издержки на развитие оборудования центральных станций и терминалов.

На вопросе эффективного использования частот в обратных каналах платформы необходимо остановиться подробнее. В спутниковых сетях, минимально необходимую полосу частот нужно рассматривать в контексте существующего компромисса с эффективностью по мощности. В контексте этого компромисса, сравнения минимально необходимой полосы частот могут быть сделаны по нескольким аспектам:

Масштабируемость сети

Стандарт DVB-RCS наилучшим образом предназначен для управления масштабируемостью терминалов. Режим MF-TDMA предлагает существенное преимущество по эффективности перед другими схемами доступа через “эффект организации пулов”, свойственный статистическому мультиплексированию не только в одном, но и в двух измерениях (частота и время) одновременно.

Эффективность MAC уровня

Производительность работы протоколов уровня доступа, как известно, в большой степени зависит от типа трафика. Решения DVB-RCS платформы предназначены именно для мультисервисного трафика, в то время как другие VSAT системы в основном предназначены для специализированных приложений и не эффективны в других приложениях.

Кодирование Канала

Кодирование канала фактически жертвует минимально необходимой полосой частот для повышения надежности передачи. Система DVB-RCS, при использовании каскадного кодирования Рида-Соломона и Витерби, предлагает высокую эффективность полосы для заданного коэффициента ошибок (и следовательно увеличивает эффективность по мощности). Текущая версия DVB-RCS системы еще более улучшает эти характеристики, предлагая Турбо кодирование, которое обеспечивают повышение производительности более чем на 1dB, в зависимости от длины пакета.

Состав Пакета (Burst режим)

В DVB-RCS всегда есть выбор между типом пакетов трафика в обратном канале, IP пакеты могут передаваться как в ATM ячейках так и в MPEG2 пакетах, хотя более короткие ATM пакеты, в большинстве сервисов, выгодны и с точки зрения пропускной способности и с точки зрения задержек.

Схема Модуляции

В обратном канале DVB-RCS системы используется модуляция QPSK, которая признана как оптимальный компромисс между мощностью и эффективностью использования полосы для множественного доступа через спутниковые сети.

Мультисервисность платформы

Мультисервисная платформа DVB-RCS обеспечивает следующие виды сервисов и режимы доступа к данным:

Доступ в режиме Unicast (точка-точка)

Система DVB-RCS через спутниковую сеть обеспечивает доступ в режиме Unicast для каждого СИТ к ресурсам корпоративной мультисервисной сети или к сети ИНТЕРНЕТ.

В режиме многостанционного доступа терминал находится в состоянии квази непрерывного соединения с ЦЗС и соответственно с мультисервисной сетью и может сохранять это состояние в течение длительного периода времени.

Режим доступа к данным по IP протоколу основан на протокольных стеках, представленных на Рис. 2. В обратном канале используется описанный в RFC-2684 метод LLC_SNAP инкапсуляции IP поверх AAL5/ATM.

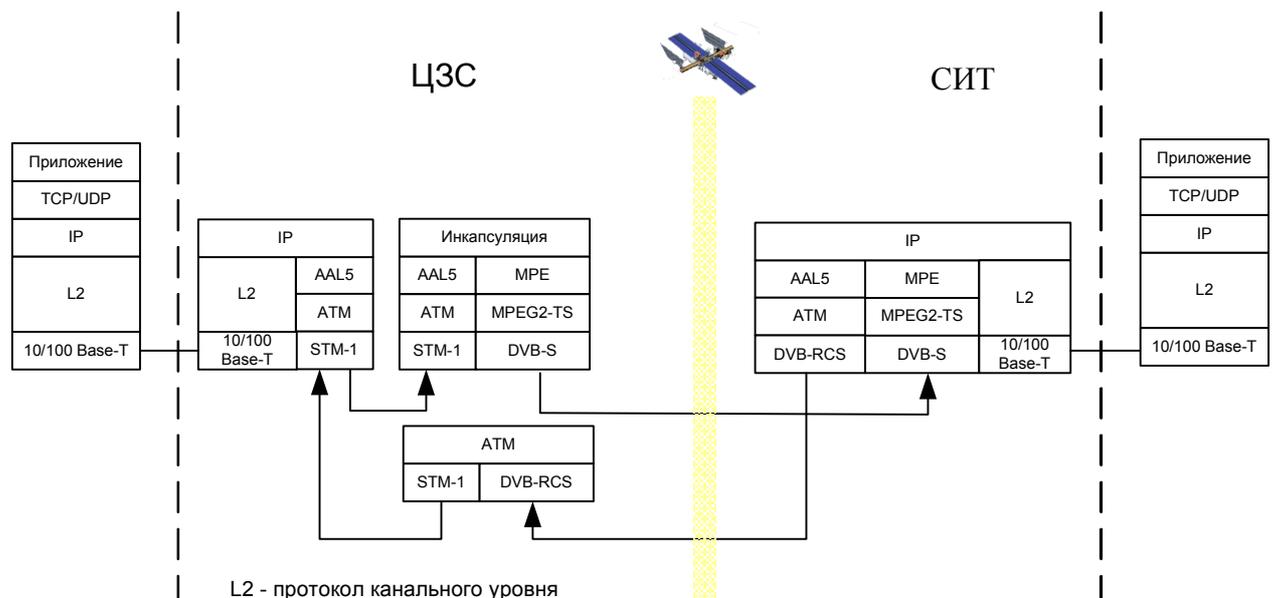


Рис. 2 Протокольный стек службы доступа по IP

СИТ может быть подключен непосредственно к локальной компьютерной или телефонной сети. Как правило, на входе в локальную сеть устанавливается маршрутизатор, который обеспечивает корректное взаимодействие внешней спутниковой сети с ресурсами локальной сети (VPN, динамическая маршрутизация и т. п.).

Всем СИТам назначается статический IP-адрес. Адреса, как правило, выделяются на каждую линию прямого канала, а в пределах этой линии на каждого абонента. На ЦЗС используются IP-адреса одной сети, и таким образом гарантируется возможность непосредственного соединения. Ко всем СИТам в любое время обеспечивается доступ через IP-адреса, с PING пакетами или трафиком. Таким образом, оператор может тестировать возможность соединения на IP уровне, что чрезвычайно упрощает процедуры мониторинга пользователей сети.

- **Режим Multicast**

Схема реализации режима Multicast разработана таким образом, чтобы избежать передачи сигнализации IGMP, занимающую значительную часть пропускной способности сети, при этом данные передаются с использованием основанного на рекомендациях RFC 1112 (передача IP Multicast по PID таблице) соответствия между IP multicast адресами и MAC-адресами.

На стороне ЦЗС конфигурируется таблица инкапсуляции с назначением через PID передачи IP-multicast трафика. На стороне СИТ параметры DVB и IP multicast терминалов настраиваются на соответствие IP multicast адресам, локальным PID фильтрам и фильтрам MAC адресов.

Для приема multicast трафика на СИТах не требуется обратный канал.

Поддержка SLA

Система DVB-RCS может поддерживать SLA между внешней сетью, спутниковой сетью и локальными сетями. Функция управления SLA в прямом канале и обратном канале заложена в базовой конфигурации системы.

Поддержка SLA предполагает наличие нескольких подсистем в составе ЦЗС. Подсистемой мониторинга и управления обеспечиваются все инструменты для определения SLA сегментов в сети. Подсистемой мониторинга и управления проверяется соответствие между характеристиками трафика сегментов и суммой характеристик трафика всех СИТ, с целью распределения пропускной способности при превышении планируемого уровня трафика. Трафик прямого канала управляется QoS сервером с использованием механизмов назначения политик и приоритетов для различного типа трафика. В обратном канале трафик управляется подсистемой обратного канала с использованием механизмов запроса на пропускную способность DVB-RCS (CRA, VBDC и FCA, описанных ниже)

Пропускная способность может быть разделена между различными сервисами. Можно выделять группу СИТ, которая имеет приоритетное право на пропускную способность, выделенную для какого-либо сервиса из общей пропускной способности. СИТ, имеющим одинаковые SLA и одновременно нуждающимся в пропускной способности, выделяются равные доли ресурсов сети.

Неиспользуемая пропускная способность возвращается в общий ресурс, распределяемый по принципу best effort между другими сервисами (при условии, что этими сервисами уже заполнена вся выделенная для них пропускная способность). Для доступа к данному ресурсу может устанавливаться приоритет в целях благоприятствования функционированию некоторых служб (как правило, наиболее дорогостоящих).

Любой поток IP-пакетов, поступающий на вход DVB-RCS системы, передается либо в режиме гарантированной минимальной скорости, либо без гарантированной скорости. В режиме с гарантированной скоростью СИТ предоставляется гарантированный ресурс по пропускной способности канала и, сверх того, дополнительный ресурс, ограниченный общим количеством доступных ресурсов в системе. В режиме без гарантированной скорости гарантированный ресурс СИТ не предоставляется, а доступный ресурс ограничен таким же образом.

Каждый из этих режимов передачи трафика характеризуется следующими параметрами.

Параметры для режима гарантированной минимальной скорости:

- гарантированная скорость передачи данных в прямом канале;
- гарантированная скорость передачи данных в обратном канале;
- негарантированная пиковая скорость передачи данных в прямом канале;
- негарантированная пиковая скорость передачи данных в обратном канале.

Параметры для режима без гарантированной скорости:

- негарантированная пиковая скорость передачи данных в прямом канале;
- негарантированная пиковая скорость передачи данных в обратном канале.

Следует отметить, что такая классификация параметров трафика также применима к режиму multicast, за исключением варианта, когда используется только прямой канал. Определяя значения указанных параметров в каждом из режимов, ЦЗС может предлагать СИТ широкий диапазон различных SLA, точно устанавливая требуемый класс обслуживания.

Поддержка VPN

VPN ориентированы на организацию связи с удаленными друг от друга подразделениями. VPN позволяет минимизировать расходы, поскольку инфраструктура принадлежит сетевому оператору, распределяющему ресурсы физической сети между несколькими корпоративными VPN. По существу, технология VPN должна выполнять строгое разделение между различными VPN в целях обеспечения конфиденциальности и качества обслуживания. В зависимости от уровня, на котором осуществляется виртуализация сети, и каким путем она достигается, существуют разные пути реализации VPN. Для реализации VPN предлагается несколько решений, предназначенных для различных типов абонентов. Одно решение основано на протоколе IP и предназначено для соединения локальных сетей через доверенную частную сеть. Второе основано на протоколе IPsec и предназначено для соединения локальных сетей через сеть ИНТЕРНЕТ.

Поддержка VLAN

Виртуальная ЛВС (VLAN) представляет собой логическую группу сегментов ЛВС, не зависящую от физического местоположения и организованную на основе общего набора критериев. VLAN метит кадры пакетов для того, чтобы можно было на основе этих меток (VLAN Tag) определить принадлежность кадров к VLAN.

Поддержка системой DVB-RCS VLAN на 2-м и 3-м уровне протокольного стека позволяет:

- транслировать VLAN Tag от корпоративного центра до центра клиента для обеспечения защиты сети;
- использовать одинаковые IP адреса для терминалов (приемников) принадлежащих различным VLAN ;
- использовать тот же самый VLAN для различных терминалов с различными IP адресами;
- использовать различные VLAN для различных хостов присоединенных к одному терминалу.

IP-телефония

Решение по IP-телефонии базируется на комбинации внешних VoIP шлюзов или Softswitch платформ со спутниковой сетью доступа DVB-RCS. Платформы Softswitch являются масштабируемыми транспортными платформами, позволяющими использовать различные приложения для IP сетей через реализацию широкого спектра речевых и мультимедийных служб.

Для VoIP систем, используется два типа VoIP оборудования: Аналоговый VoIP Телефонный Адаптер (АТА), соединяемый с СИТом и VoIP Шлюз (Gateway), размещаемый на центральной земной станции (Рис. 3).

Как правило, СИТы устанавливаются с одним VoIP АТА в локальной сети, к которому может быть подключено несколько телефонов. VoIP Шлюз соединяется территориальной АТС и соответственно с телефонной сетью общего пользования (ТСОП).

Главные функции VoIP Шлюзов:

- Соединение с системами PBX и основанными на IP сетями Телефонной связи.
- Полная поддержка H.323 v1-v2-v3-v4, MGCP, SIP (RFC 3261), MEGACO (H.248) протоколов управления и сигнализации для Call Manager .
- Поддержка аналоговых и цифровых голосовых решений.
- Поддержка PSTN/PBX аналоговых телефонных аппаратов (FXO).
- Соединение с сетью IP через Ethernet интерфейс.

- Поддержка web управления для простой конфигурации и инсталляции.
- Обнаружение Голосовой Деятельности (VAD), Генерация Комфортного Шума (CNG).
- Поддержка звуковых кодеков: G.729, G.729a/b, G.723 .1, G 726, G 727, G 728.

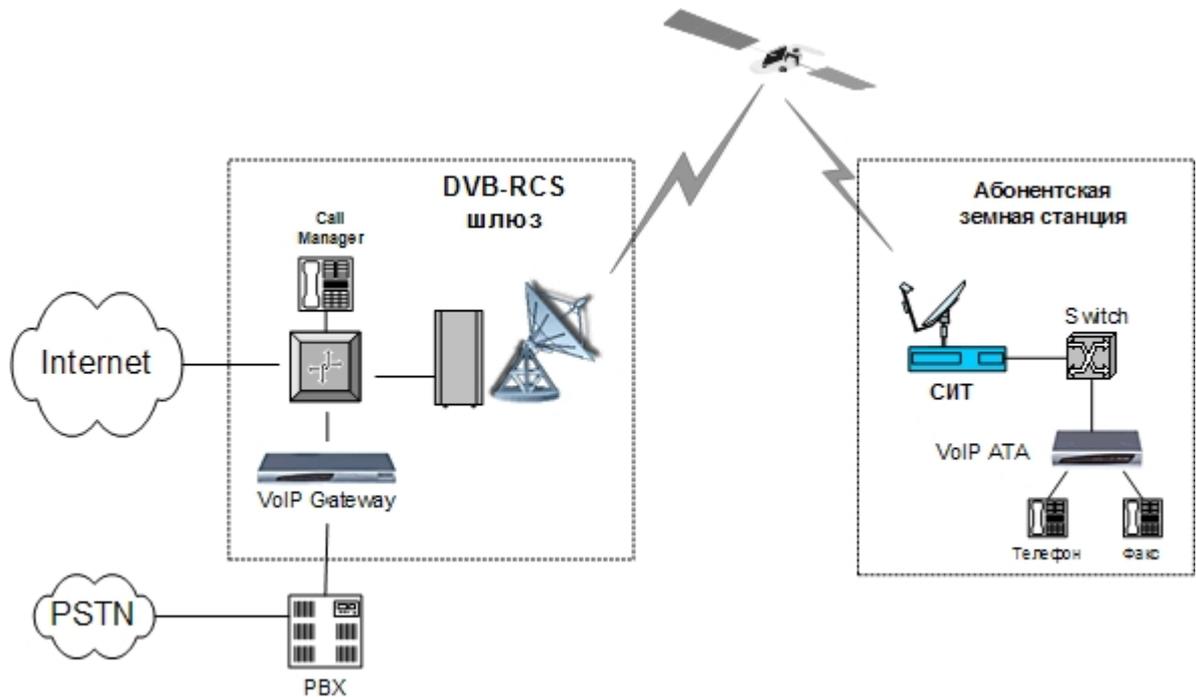


Рис. 3 –Передача речевого трафика VoIP

Минимальная конфигурация оборудования на стороне пользователя включает в себя аналоговый телефонный аппарат (или аппараты), подключенный к СИТ через VoIP АТА. VoIP АТА обеспечивает преобразование аналоговых вызовов в сессии VoIP.

Альтернативно могут использоваться IP-телефоны, работающие непосредственно с VoIP, и имеющие возможность подключения к терминалу через интерфейс Ethernet.

Для решения проблем задержки и ее вариации, DVB-RCS платформа использует в прямом канале архитектуру управления QoS. В обратном канале эта проблемы решается специальными QoS особенностями СИТ для VoIP и данных одновременно. Проблема вариации задержки в обратном канале решается использованием гарантируемой пропускной способностью (например CRA и гарантируемой RBDC).

Реализация VoIP в переполненной сети требует, чтобы для эффективного использования полосы спутникового канала полоса запрашивалась и обеспечивалась бы только по требованию (в течение сеанса связи). Усовершенствованный Протокол Управления Подключением (ССР) решает эту проблему. ССР проверяет доступность ресурсов, выполняя функцию Контроля допустимости вызова (САС), резервируя ресурсы на период подключения и формируя параметры качества обслуживания (например пропускную способность).

Протокол сеанса связи позволяет устанавливать VoIP сессии. Сигнализация, связанная с установкой и завершением VoIP сеансов связи основана на протоколе SIP. Протокол ССР от СИТ до Call Manager-а основан на SNMP. СИТ перехватывает сигнализацию SIP и запускает ССР вместе с Call Manager-ом. ССР управляет функциями контроля соединений и является ключевым компонентом управления VoIP. Он используется, чтобы устанавливать связи, разрывать связи или изменять параметры подключения для удовлетворения требований приложений по сервису. С этой целью, ССР исполняет следующие функции:

- управление допуском соединения;
- резервирование ресурса (физического и логического);

- установка подключений (конфигурация ресурсов в различных сетевых компонентах);
- разрыв подключений (освобождение ресурса в различных сетевых компонентах).

Система управления СИТ используется, чтобы конфигурировать профиль QoS приложений. Профиль QoS идентифицирует ресурсы, требуемые для установки сеанса связи. Для первой версии ССР поддерживается только VoIP приложения. Другие приложения будут поддерживаться в следующих версиях ССР. С приложениями VoIP, поддерживаются кодеки G.723, G.729 и G.711. Профили QoS приложений VoIP характеризуются числом CRA слотов, числом RBDC слотов и числом требуемых VBDC слотов.

- **Поддержка топологии «вложенная звезда» (Multistar)**

Мультисервисная DVB-RCS платформа в топологии «вложенная звезда», показанная на Рис.4., состоит из “ Главного шлюза” и несколько меньших “Ведомых шлюзов”, расположенных в пределах зоны охвата Главного шлюза. Каждый из Ведомых шлюзов может автономно обслуживать свою подсеть терминалов. Система управления сетью Главного шлюза (“NMS”) централизованно управляет всеми Ведомыми ресурсами подсети, а так же может обеспечивать автономные сервисы своей подсети терминалов. Удаленные терминалы могут быть членами одной или более подсетей, если они находятся в зоне их охвата.

Используя данную топологию, можно обеспечить физическую и логическую автономию от Главного Центрального шлюза главных клиентов и/или провайдеров для организации собственной подсети. При этом предполагается, что каждый Ведомый шлюз будет совмещен с центром регистрации и обработки данных провайдера и/или клиента.

Каждый Ведомый шлюз использует свою интерактивную DVB-RCS подсеть. На физическом уровне, каждый шлюз будет иметь собственный заранее определенный исходящий и входящий спутниковый сегмент и несущие. На уровне IP, каждый шлюз будет иметь собственную IP адресацию, схемы сетеобразования и управления качеством обслуживания.

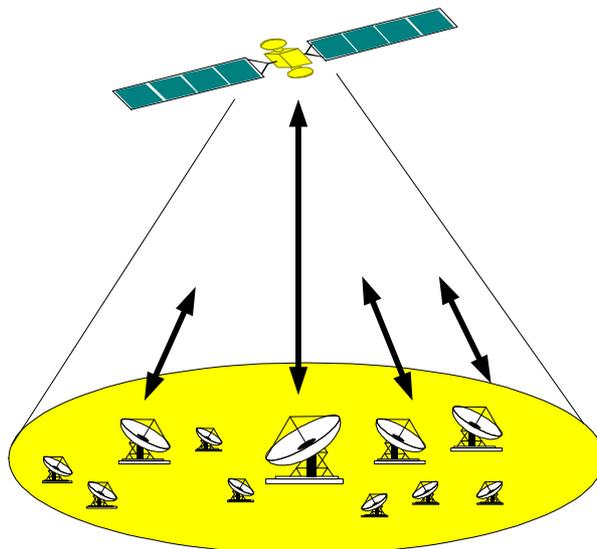


Рис. 5 –Топология «вложенная звезда»

Центральными Шлюз может осуществлять выбор для того, чтобы обеспечить соединение Ведомых шлюзов с собой и/или другими Ведомыми шлюзами, добавляя удаленный терминал в Ведомый шлюз для каждой требуемой взаимосвязи. Такие взаимосвязи позволят удаленным терминалам связываться друг с другом через подсети, не будучи привязанными к

Internet. Удаленные терминалы могут также изменять членство в подсетях, физически выходя из одной подсети и регистрируясь в другой. Эти опции управления подсети обеспечивают существенную гибкость DVB-RCS платформы в управлении всей сетью (требования полосы, топология IP сетеобразования, стратегии резервирования, и т.д), и в обеспечении различного уровня физической и логической автономии подсети.

Каждый Ведомый DVB-RCS шлюз оборудован подсистемой прямого канала, обратного канала, оборудованием сетеобразования и собственной высокочастотной частью. Функционирование и основная стоимость каждого Ведомого шлюза зависит от размера и профиля трафика подсети, обслуживаемой таким шлюзом.

2. АРХИТЕКТУРА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ DVB-RCS ПЛАТФОРМЫ

Сеть, развертываемая на основе Мультисервисной DVB-RCS платформы, состоит из центральной наземной станции, множества удаленных пользовательских терминалов и спутника, обеспечивающего каналы связи в прямом и обратном направлении.

2.1 ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ

Центральная земная станция обеспечивает:

- Передачу трафика Прямых каналов на СИТ
- Прием и маршрутизацию трафика Обратных каналов от СИТ
- Сетевую синхронизацию СИТ
- Распределение спутниковых ресурсов для СИТ
- Подготовку и вещание данных и мультимедиа в различных режимах
- Аутентификацию абонентов и учет трафика
- Локальное или удаленное управление оборудованием ЦЗС и вспомогательным сетевым оборудованием

Функциональная схема ЦЗС показана на Рис. 6.

Центральная земная станция DVB-RCS включает в себя следующие подсистемы:

-  Подсистема Прямых каналов (Forward Link Subsystem)
-  Подсистема Обратных каналов (Return Link Subsystem)
-  Подсистема формирования опорной частоты и синхронизации (Time&Frequency Reference)
-  Система мониторинга и управления (NMS)
-  Элементы сетеобразования

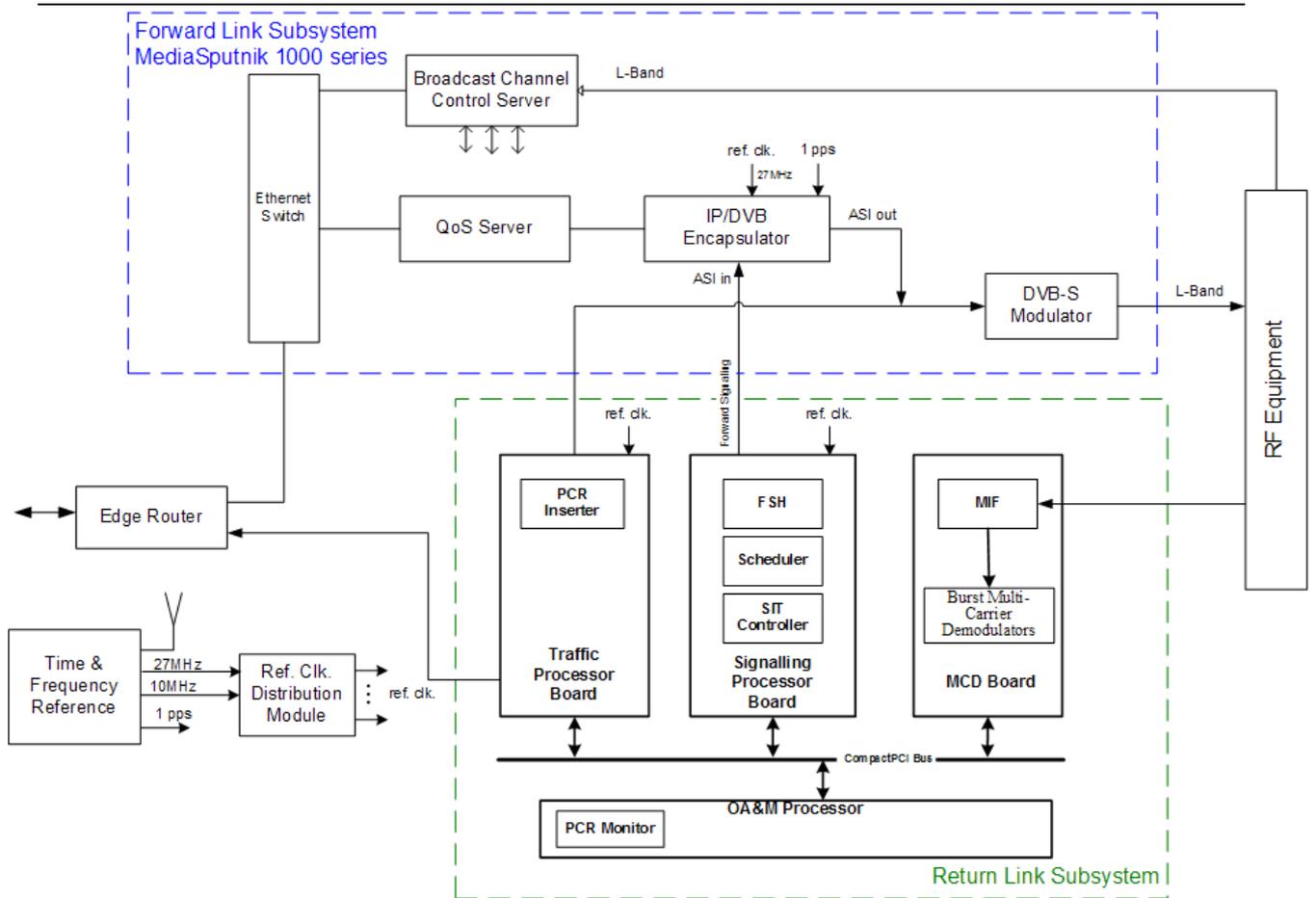


Рис. 6 Функциональная схема ЦС

ПОДСИСТЕМА ПРЯМОГО КАНАЛА

Подсистема прямого канала предназначена для передачи данных через широкополосный спутниковый канал в направлении к СИТ. Данная технология основана на Европейском индустриальном стандарте ETSI EN 301 190, спецификации которого определяют механизмы инкапсуляции блоков IP данных в DVB поток и транспортировки частных данных в MPEG 2 транспортном информационном потоке (TS). Схема с резервированием представлена на Рис. 7.

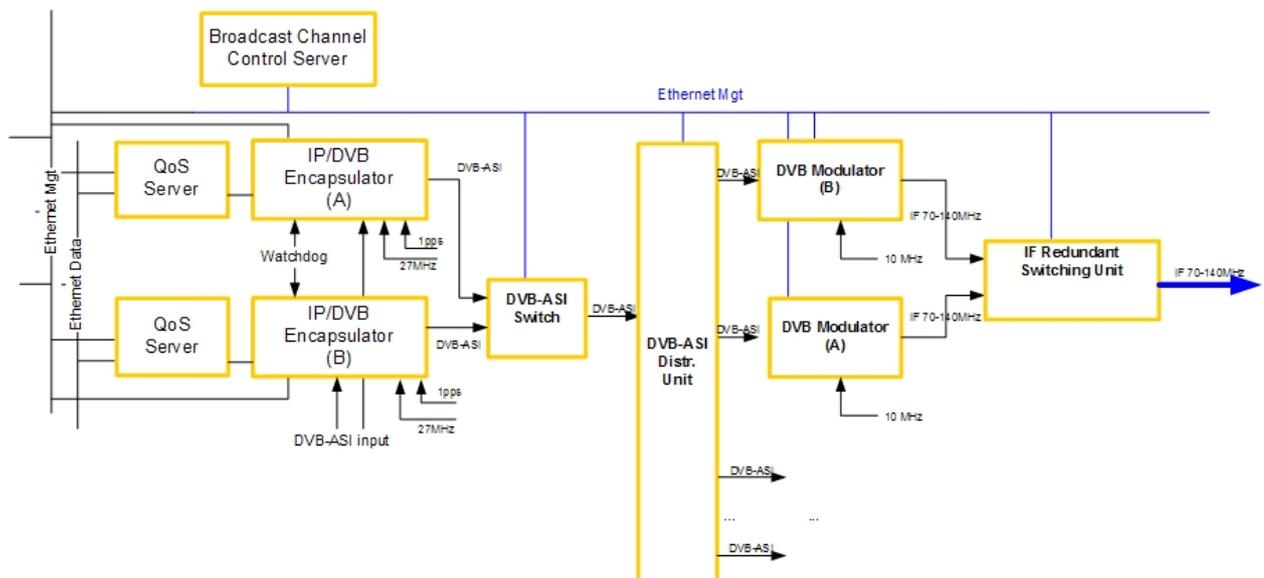


Рис. 7 Схема резервируемой подсистемы прямого канала

Подсистема Прямого канала состоит из следующих модулей:

-  IP/DVB инкапсулятор/ мультиплексор
-  DVB-S(S2) модулятор
-  QoS сервер
-  Сервер контроля каналов вещания данных
-  DVB-ASI коммутатор (при организации схемы с резервированием)

IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор

IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор предназначен для инкапсуляции IP пакетов в транспортный DVB поток в соответствии со стандартом EN 301 192 (MPE), а также генерации сервисных DVB и DVB-RCS таблиц.

IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор применяется для формирования и мультиплексирования MPEG 2 транспортного потока, IP данных и DVB-RCS сигнализации. IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор принимает входной MPEG поток (ASI вход) и объединяет его с инкапсулированными IP потоками данных. Если IP данных нет, то выполняется аппаратное заполнение выходного потока нулевыми пакетами для синхронизации транспортного потока. Вместо внешнего MPEG 2 входного потока может быть произведена аппаратная генерация нулевых пакетов.

IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор извлекает из входного MPEG потока сервисные таблицы, и после обработки и модификации осуществляет их замену.

Прежде, чем мультиплексированный транспортный поток передается на DVB модулятор и затем в радиочастотный тракт прямого канала, осуществляется вставка PCR пакетов. Эта важная функция подсистемы прямого канала обеспечивает синхронизацию DVB-RCS сети (Центральная земная станция и СИТ). При этом формируются Кадры эталонного времени, основанные на вычислении PCR, номинальной длине кадра и информации по задержке тракта ЦЗС ИСЗ-ЦЗС.

IP/DVB инкапсулятор/мультиплексор реализует следующие основные функции:

- Инкапсуляцию IP/ TCP, UDP, ICMP пакетов в транспортный MPEG 2 поток
- Мультиплексирование внешнего транспортного MPEG 2 потока непосредственного вещания, трафика IP данных и информации сигнализации прямого канала в один выходной транспортный поток (скорость передачи данных до 110 Мбит/с)
- Обеспечение прозрачной передачи сформированного транспортного потока для организации аудио-видео вещания в режиме DVB/MPEG 2
- Назначение скорости передачи данных для каждого IP адреса назначения в диапазоне от 256 Кбит/с до 110 Мбит/с
- Применение метода секционного пакетирования с регулируемой задержкой 40-120 мс для увеличения эффективности передачи данных
- Фильтрацию пакетов входного потока по PID для всего диапазона номеров
- Использование статической маршрутизации или непосредственной коммутации для одноадресной и многоадресной передачи в соответствии с IETF
- Формирование таблицы инкапсуляции по идентификатору пакетов транспортного потока (PID), IP и MAC адресу получателя
- Формирование НУЛЕВЫХ пакетов, для обеспечения синхронизации оборудования ЦЗС
- Формирование и/или переназначение NCR пакетов
- Мультиплексирование MPEG/ASI входных потоков с трафиком Сигнализации и IP данными на MPEG/ASI выходы
- Формирование сервисных MPEG 2 таблиц: PAT, CAT, PMT
- Формирование общих сервисных таблиц: NIT, SDT, TDT, RST, BAT, EIT
- Формирование и инкапсуляция специальных DVB-RCS таблиц: RMT, SCT, FCT, TCT, SPT
- Объединение и кодирование DVB-RCS таблиц Временного Плана передачи Пакетов Терминалом (ТВТР), которые назначаются подсистемой Обратного канала
- Обеспечение блокировки формирования таблиц (включая NCR) для поддержки каскадирования инкапсуляторов
- Обработку адресов группового вещания (Multicast) на основе RFC 1112
- Ограничение скорости передаваемых данных. В случае, если скорость передачи данных IP превышает установленное ограничение, буфер переполняется и данные отбрасываются
- Обеспечение приоритетов транспортного потока. Видео поток имеет приоритет перед сигнализацией, которая в свою очередь имеет приоритет относительно трафика IP данных

- ✦ Замену нулевых пакетов полезной нагрузкой (сигнализацией и пакетами данных)
- ✦ Поддержка на основе корректирующих меток абсолютного значения PCR, полученного из подсистемы синхронизации и синхронизированного с функцией генерации временной диаграммы подсистемы обратного канала
- ✦ Замена/переназначение NCR пакетов точными значениями PCR
 - Интервал формирования NCR по умолчанию равен 40 мс.
 - В промежутке между NCR пакетами jitter обеспечивается не более чем 0.5 мс
 - При переназначении NCR точность значения NCR не хуже чем 70 нс

Опционально может использоваться сигнал PPS с GPS приемника для формирования NCR пакетов, которые мультиплексируются в выходной поток. Существует возможность установки регистра NCR счетчика программно и дальнейшее использование NCR по следующему сигналу PPS.

DVB-S(S2) модулятор

Модулятор DVB кодирует, модулирует и преобразовывает с повышением частоты Транспортный MPEG поток Прямого канала. Модулятор обеспечивает несколько различных скоростей Непосредственного исправления ошибок (FEC), основанное на коде Рида-Соломона. Исходящий сигнал затем модулируется, используя фазовую QPSK или 8PSK модуляцию. Модулированный сигнал приводится к диапазону L-Band (950 - 1450 МГц) и передается на радиочастотный тракт ЦЗС.

QoS Сервер

QoS Сервер является средством многоуровневого управления и контроля трафика, распознающим тип проходящего через сеть трафика, управляющий трафиком на основе правил (или “политик”), которые устанавливаются в зависимости от специфических требований оператора.

QoS Сервер реализует следующие основные функции:

- ✦ Двухнаправленное ограничение и распределение полосы
- ✦ Обеспечение мультискоростного моста любому числу интерфейсов локальной сети
- ✦ Многопортовое управление полосой на максимальной скорости
- ✦ Назначение канальной емкости для каждого авторизованного подписчика, группы подписчиков
- ✦ Ограничения полосы для любого типа интерфейса (адаптера)
- ✦ Назначение и контроль параметров канала по IP адресам, портам и протоколам
- ✦ Ограничения входного/выходного трафика отдельно или полное ограничение общей используемой полосы
- ✦ Обход приоритетов для критических потоков данных, интегрированные функции компенсации импульсных нагрузок за счет свободной емкости канала
- ✦ Ограничение трафика по виртуальному имени хоста

- ✦ Обратное (реверсивное) управление (динамическое создание правил на триггерной основе)
 - ✦ Сбалансированное обратное ограничение (подписчики или группы получают пропорциональную часть полосы)
 - ✦ Гарантированное выделение минимальной полосы
 - ✦ Полная поддержка VLAN и режима multicast
 - ✦ Поддержка расширенных функций групп (ограничение трафика внутри групп, сбалансированное выделение полосы внутри группы, вложенные группы)
 - ✦ Сохранение приоритета передачи для локальных потоков данных
 - ✦ Назначение для каждого канала или группы расписания работ и политик
 - ✦ Интегрированный системный мониторинг (анализирует сетевую деятельность, отслеживает наиболее используемые IP или MAC, анализирует протоколы, и т.д.)
 - ✦ Сбор статистики и генерация отчетов для любого определенного типа трафика (IP, MAC, VLAN и типам данных) за отчетный период
 - ✦ Работа в режиме «только статистика» («отслеживает» сеть и собирает статистику, не вмешиваясь в работу сети)
 - ✦ Экспорт статистики через SNMP по типам данных
- QoS серверы имеют встроенную базу данных, позволяющую экспортировать и импортировать данные по подписчикам для билинговых систем, и могут служить базовыми элементами для формирования тарифной политики оператора с назначением широкого набора правил.

Сервер контроля каналов вещания данных

Сервер контроля каналов вещания является вспомогательным оборудованием при организации прямого канала с резервированием на аппаратном уровне. Сервер контроля обеспечивает полный мониторинг восходящего спутникового тракта и на основании получаемых данных осуществляет переход на резервный комплект в случаях отказа или сбоя основного оборудования.

DVB-ASI коммутатор

DVB-ASI коммутатор обеспечивает «горячее» переключение на резервный комплект подсистемы прямого канала по команде с сервера контроля или автономно.

ПОДСИСТЕМА ОБРАТНОГО КАНАЛА

Подсистема Обратного канала принимает абонентский трафик и информацию сигнализации от СИТ, а также готовит решения на запросы удаленного доступа, включая разрешение на вход в систему, распределение полосы и временных интервалов. Данная Подсистема принимает, преобразовывает с понижением частоты, демодулирует и декодирует IP трафик абонента (инкапсулированный в ячейки АТМ), который был передан по MF-TDMA несущей на скорости до 2 Мбит/с. Рис. 8 иллюстрирует основные блоки резервируемой подсистемы обратного канала и их взаимосвязь.

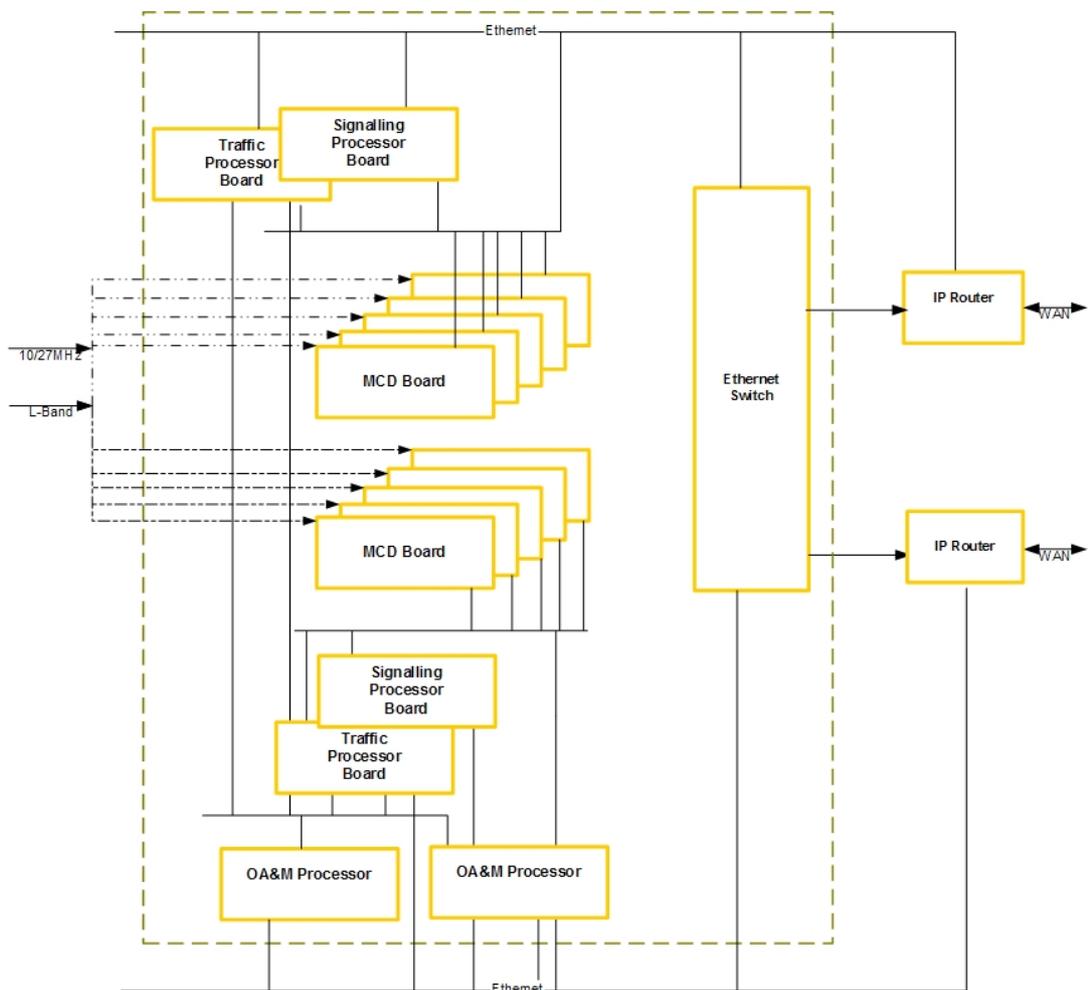


Рис. 8 Схема резервируемой подсистемы обратного канала

В обратном канале используется схема многостанционного доступа MF-TDMA (множественный доступ с частотно-временным разделением каналов).

Существует четыре типа радиочастотных пакетов обратного канала: пакеты трафика (TRF), захвата синхронизации (ACQ), синхронизации (SYNC) и канала общей сигнализации (CSC).

Пакеты трафика используются для передачи в обратном канале полезных данных. В данном случае полезная нагрузка представляет собой 53-байтовые ячейки АТМ. Перед началом ячейки АТМ для передачи сообщений MAC устанавливается поле управления доступом к спутниковому каналу (SAC - Satellite Access Control). Пакет трафика, так же как и пакеты других типов, начинается с преамбулы, используемой для детектирования начала пакета.

Также все типы пакетов передаются после защитного временного интервала, вводимого в целях снижения передаваемой мощности и компенсации ошибок синхронизации.

Пакеты SYNC используются для целей поддержки синхронизации и передачи информации управления на ЦЗС. Пакеты SYNC состоят из преамбулы, поля SAC и защитного интервала. Пакеты ACQ используются для установления синхронизации перед началом функционального использования сети терминалом. Пакеты ACQ состоят из преамбулы, частотной последовательности и защитного интервала.

Пакеты CSC используются только для идентификации терминалов в течение процедуры входа в сеанс. Пакеты CSC состоят из преамбулы, поля с описанием параметров терминала, MAC-адреса терминала, зарезервированного поля и защитного интервала.

Структура суперкадра MF-TDMA показана на рисунке Рис. 9, где затененной областью в начале суперкадра указаны временные слоты сигнализации, используемые для передачи пакетов CSC, ACQ и SYNC. Количество этих слотов сигнализации устанавливается оператором системы, что позволяет оптимизировать их количество в зависимости от характеристик трафика конкретной сети. Например, в целях повышения количества находящихся в сеансе пользователей может быть увеличено количество слотов синхронизации (за счет уменьшения количества слотов трафика).

Реализация схемы доступа MF-TDMA обусловлена пульсирующим характером трафика, требующим быстрого распределения пропускной способности, таким образом, продолжительность процедуры распределения ограничена необходимостью незамедлительного обеспечения запросов. Данной схемой обеспечивается минимальное количество неиспользуемой пропускной способности.

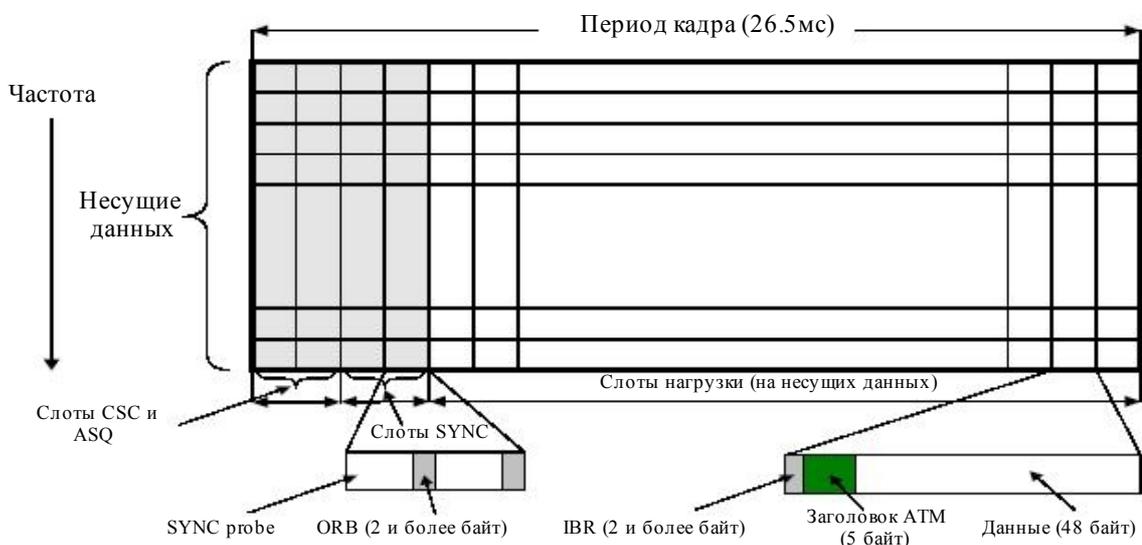


Рис. 9– Структура суперкадра MF-TDMA

Данная схема является более эффективной по сравнению с традиционными для сетей VSAT схемами, такими как FDMA/TDMA или SCPC (single channel per carrier – один канал на несущую), где СИТу на время сеанса присваивается одна несущая. В системах FDMA/TDMA в некоторой степени применяется процедура перераспределения в целях выравнивания использования пропускной способности среди ряда несущих.

Планировщик составляет планы работы СИТов в двухмерном частотно-временном пространстве исходя из условия, что любой из СИТов не может вести передачу более чем на одной частоте одновременно. С целью обеспечения требуемой динамики в Планировщике

используется стандартизированная схема сигнализации, в соответствии с которой план частотно-временного распределения слотов обновляется для каждого кадра MF-TDMA. По терминологии DVB-RCS данный план называется планом времени передачи Burst пакетов (ТВТР – Terminal Burst Time Plan). По плану распределяются временные слоты, следующие друг за другом по блокам, начиная с первого временного слота в кадре (слот начала области) и далее остальные N слотов.

Пропускная способность сети используется практически полностью, избегая появления фрагментации и неиспользуемых «дыр», что, как правило, происходит при работе схем SCPC и FDMA/TDMA. Однако, такая процедура распределения требует от СИТ возможности производить скачки по частоте один или два раза в течение кадра. В случае, иллюстрированном на рисунке Рис. 10, для СИТ в данном кадре выделен пакет SYNC для поддержки временной синхронизации, управления мощностью в обратном канале и поддержки внеполосного канала запросов на пропускную способность SAC.

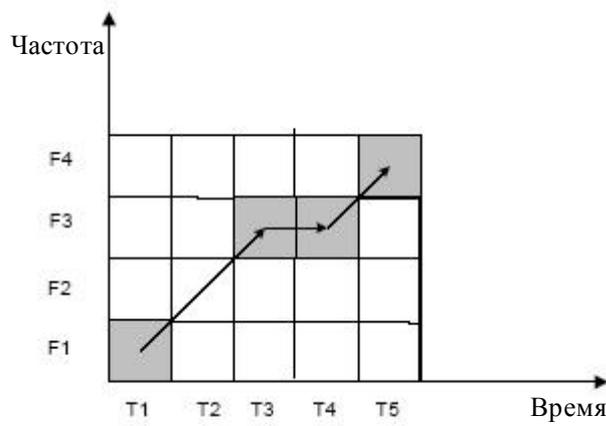


Рис. 10– Динамическая скачкообразная перестройка по частоте

Протокол планирования радиочастотного ресурса представляет собой один из вариантов коллективного доступа на основе комбинации свободного распределения ресурса и распределения ресурса по требованию, разработанный для работы со всеми категориями запросов на пропускную способность. Ключевой особенностью данного протокола является отсутствие столкновений при доступе к каналу после первоначального входа, при котором используется протокол случайного доступа Slotted ALOHA.

Для корректного функционирования обратного канала каждый из СИТов должен передавать пакеты TDMA таким образом, чтобы они поступали на вход бортового ретранслятора спутника в точно установленный момент времени и с требуемой частотой. Схема синхронизации построена на основе передачи синхро данных в транспортном потоке прямого канала. Синхро данные представлены как метки тактов NCR, формируемые на центральной станции, а также различными таблицами, содержащими информацию о частотном и временном распределении для каждого из СИТов. Для генерации тактов NCR подсистемами прямого и обратного канала используются высокоточные тактовые сигналы, принимаемые от подсистемы формирования опорной частоты и синхронизации.

Из TS прямого канала, СИТами извлекаются NCR и ТВТР. ТВТР каждый раз при передаче содержит расписание прибытия пакетов обратного канала через спутник. Значения счетчиков NCR различных СИТов отличаются по причине различия значений задержки передачи от ЦЗС к разным СИТам. Коррекция временной базы осуществляется с использованием принимаемых каждым СИТом значений задержки передачи на трактах ЦЗС - спутник и спутник -СИТ. Для синхронизации пакетов в несущей на спутнике-ретрансляторе используется также значение задержки СИТ - спутник.

Подсистема Обратного канала также управляет СИТами для балансировки нагрузки, компенсации затуханий в атмосфере, регулирования мощности в передающих тактах СИТов. В соответствии со стандартом DVB-RCS используется схема управления мощностью передачи с замкнутым циклом, на основе измерения на ЦЗС E_b/N_0 в обратном канале. Как правило, изменения мощности проводятся регулировкой ослабления на интерфейсе промежуточной частоты СИТа, при этом СИТ функционирует с фиксированной скоростью передачи. В случае затухания сигнала на ЦЗС, СИТы увеличивают мощность передачи.

Подсистема Обратного канала включает следующие основные модули:

-  Мультичастотный MF-TDMA демодулятор (Multi-Carrier Demodulator) с модулем преобразования частоты(MIF)
-  Трафик-процессор (Traffic Processor) с модулем вставки PCR
-  Процессор сигнализации (Signaling Processor)
-  Процессор управления (OAM Processor)

Мультичастотный MF-TDMA демодулятор

Мультичастотный MF-TDMA демодулятор принимает пакетный трафик из радиочастотного тракта приемного канала земной станции и производит демодуляцию MF-TDMA пакетов. После демодуляции пакета, приемник отделяет АТМ ячейки от ячеек SAC и CSC пакетов трафика сигнализации. Демодулированные АТМ пакеты направляются Трафик-процессору, а CSC пакеты передаются Процессору сигнализации для обеспечения начальной инициализации СИТ при входе в сеть. Демодулятор также собирает статистику измерений параметров демодулированных пакетов и пересылает данную информацию Процессору сигнализации для последующей обработки.

Основные функциональные особенности:

- Обеспечение многостанционного доступа с временным разделением

Работа в пакетном режиме

Программируемое число символов синхронизации в пакете

- Скачкообразная перестройка частоты (многочастотность). Динамически осуществляется переход с одной несущей на другую в пределах полосы в 20 МГц
- Многоканальность
- Согласованная фильтрация
- Обнаружение пакета во временном интервале ожидаемого момента прибытия с учетом некоторого допущения (защитного интервала)
- Временная синхронизация (оценка оптимального значения привязки по времени)
- Оценка параметров пакетов, точности синхронизации, фазовая/частотная оценка несущей для поддержания централизованной схемы контроля мощности
- Демодуляция до четырех независимых каналов с идентичными или с различными параметрами полосы
- Расшифровка/дескремблирование, проверка CRC принимаемого потока

- ✦ Работа с пакетами различной структуры и с различной скоростью. На демодуляторе устанавливается символьную скорость для каждого канала в диапазоне от 64 до 8000 ксимв/с.
- ✦ Внешняя синхронизация:
 - опорная частота 10 /27 МГц;
 - сигнал 1 pps.

Трафик-Процессор

Трафик-Процессор принимает упакованные в формат ячейки АТМ данные от демодулятора и направляет их в наземную сеть через коммутатор (в случае если в состав подсистемы обратного канала входит более одного демодулятора) к граничному маршрутизатору. Трафик-Процессором поддерживается операция вставки РСР, которая встраивает эталоны времени в транспортный поток прямого канала.

Процессор сигнализации

Процессор сигнализации имеет в своем составе Контроллер терминалов (SIT Controller), Планировщик (Scheduler) и контроллер сигнализации прямого канала (FSH) Процессор сигнализации формирует статические (РАТ, РМТ, ...) и динамические (ТВТР, ТИМ, СМТ ..) DVB-RCS таблицы, которые передаются Подсистеме Прямого канала. Процессор сигнализации использует регламентированную MF-TDMA схему для доступа СИТов к сети и участия в двунаправленной связи. Сервер выделяет набор несущих частот, каждая из которых в свою очередь разделена на временные интервалы (тайм слоты), обеспечивая соединение СИТов с ЦЗС. Центральная земная станция выделяет каждому активному СИТу серию пакетов (bursts), которые определяются частотой, шириной полосы, временем начала и продолжительностью. Эту совокупность несущих частот и временных интервалов называют кадром (frame). Перестраиваемые по частоте СИТ получают доступ к экземпляру время/частотного слота внутри этих кадров. Определив структуру MF-TDMA через таблицы прямого канала, СИТ получает доступ в сеть, используя разделенный на временные интервалы пакет (bursts). Пропускная способность распределяется статически и динамически, позволяя СИТ работать в наиболее эффективном режиме. В свою очередь подсистема обратного канала принимает демодулированные пакеты, которые содержат статистические данные по погрешности частоты, смещению синхронизации, E_b/N_0 и др. Эта информация используется в целях корректировки синхронизации, передачи поправок СИТам, расчета уровня затуханий и т.д.

DVB-RCS система предлагает сложное управление полосой обратного канала, различая основанные на DVB-RCS стандарте четыре алгоритма распределения полосы:

• *Непрерывное Назначение Скорости - CRA*

Гарантируемая полоса, заказанная у провайдера служб как часть подписки. Пропускная способность данного типа распределяется ЦЗС без какого-либо согласования с СИТом и всегда доступна при входе в систему. Подходит для приложений, требующих известной, фиксированной полосы.

• **Динамическая пропускная способность на основе Объема - VBDC**

Полоса, затребованная пользователем, как желаемая, без каких бы то ни было временных ограничений и ограничений на скорость передачи данных. Подходит для передачи данных в режиме отличном от режима реального времени и услуг типа best effort.

• **Динамическая пропускная способность на основе скорости передачи -RBDC**

RBDC является пропускной способностью, которую СИТы запрашивают динамически. Эта пропускная способность зависит от скорости, которую СИТ запрашивает, а Платформа назначает конкретное число слотов на кадр, эквивалентное скорости трафика. В отличие от VBDC, RBDC имеет временную зависимость.

CRA и RBDC могут использоваться совместно, причем CRA обеспечивает фиксированный минимум пропускной способности, а RBDC обеспечивает динамически изменяющуюся компоненту на вершине этого минимума.

• **Свободное Распределение пропускной способности - FCA**

Полоса, распределяется ЦЗС без согласования с СИТом. Может использоваться для распределения СИТ доступной свободной емкости канала ("премия") для улучшения системной производительности или как средство распределения полосы, заказанной конечным пользователем через более высокий уровень сервиса.

Процессор сигнализации управляет банком до 5 Приемников. Один Приемник остается в резерве. Сервер принимает от СИТ запросы на вход в систему и запросы полосы, а в ответ передает Терминальное Информационное сообщение (ТИМ) и ТВТР таблицы.

Основные функции Процессора сигнализации:

➤ **Операции регистрации и выхода СИТ:**

При подключении СИТа к сети, Процессор сигнализации осуществляет его идентификацию. Если идентификация успешно произведена, Процессор сигнализации получает профиль данного СИТа, посылает ТИМ сообщение и выделяет CRA полосу. Процессор сигнализации обслуживает запросы пропускной способности как CRA или VBDC;

При отключении СИТа от сети или, когда Подсистема мониторинга и управления заказывает выход СИТа из сеанса, Процессор сигнализации освобождает полосу для использования полосы другими СИТами.

- Хранение IP адресов удаленных СИТов и идентификаторов виртуального канала (VCI) в базе данных как профилей. Эти адреса и идентификаторы являются статическими
- Использование профилей для проверки MAC адресов удаленных терминалов.
- Планирование передачи пакетов СИТам
- Формирование таблиц Временного плана передачи пакетов (ТВТР), которые используются для управления оборудованием спутниковой сети:
- СИТ используют ТВТР, чтобы определить разрешенные для передачи несущие и временные слоты
- Спутниковый приемник данных использует ТВТР для определения частотно-временного плана приема пакетов
- Процессор контроля использует ТВТР для корректировки информации в пакетах и компенсации ошибок

- ✦ Распределение фиксированной полосы в режиме CRA, назначая ее каждой СИТ при входе
- ✦ Прием запросов полосы от СИТ с проверкой, разрешено ли изменение профиля
- ✦ Формирование ТИМ сообщений (например, что вход терминала в сеть осуществлен)
- ✦ Сбор статистической информации (например, о простаивающих удаленных СИТах, незаполненных слотах и т.д.)
- ✦ Обработка МАС сообщений (например, SAC, префикс в TRF пакетах, CSC)

Процессор управления

Процессор управления в подсистеме обратного канала обеспечивает управление Процессором сигнализации для каждого соответствующего демодулятора.

Каждый Процессор управления может управлять двумя Процессорами сигнализации, каждый из которых приписывается к определенному Банку демодуляторов.

Процессор управления выполняет следующие функции:

- ✦ Корректирует частоту и время для каждого СИТа
- ✦ Принимает информацию пакетов от приемников
- ✦ Вычисляет и хранит отношение сигнал-шум (E_b/N_0)
- ✦ Формирует поправки и посылает СИТах Таблицу Корректирующих Сообщений (СМТ)
- ✦ Переключает несущие от СИТ с целью компенсации затуханий
- ✦ Распределяет доступные несущие СИТ
- ✦ Собирает и хранит статистические данные Обратного канала. Например, число СИТ, которые находятся в сети или выходят из соединения с ЦЗС, нагрузки и задержки для каждой несущей, коэффициенты пропускной способности для обработки запросов на изменение разрешенной полосы и т.д.
- ✦ Возможно определение набора активных СИТ для более подробного контроля параметра сигнал/шум, смещения частоты, смещения времени, коэффициента двоичных ошибок (BER), количества сбоев, других событий

Поддерживает SNMP доступ для конфигурации, контроля и обработки событий. Например : неизвестный МАС адрес СИТ , рассогласование постоянного виртуального соединения (PVC) АТМ, незаконное использование слота, сообщения Управления и Контроля (M&C), нестандартная несущая, ненормальное число вышедших из сети СИТ.

Параметры конфигурации SNMP включают: параметры инициализации СИТ , мониторинг, пороги событий, параметры изменения затухания (минимум или максимум отношения сигнал-шум (E_b/N_0), задержка действия).

ПОДСИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОПОРНОЙ ЧАСТОТЫ И СИНХРОНИЗАЦИИ

Подсистема поддерживает точность времени и стабильность опорной частоты сети, а также осуществляет распределение опорных меток и частот другим подсистемам.

Данная подсистема включает следующие компоненты:

Генератор опорной частоты и эталонной сетевой метки времени (NCR):

- Формирует сигналы опорной частоты 10/27 МГц
- Формирует метки NCR для их последующего распределения для IP/DVB Инкапсулятора, Процессора сигнализации, Процессора управления и демодулятора (NCR - 42 бита в соответствии со стандартом DVB-RCS ETSI EN 301 790).
- Распределяемое значение NCR становится корректным после подсчета определенного числа сигналов 1 pps.
- Осуществляет привязку NCR к источнику синхронизации

Блок Распределения сигналов обеспечивает эталонными частотами и временными метками все компоненты системы.

Вычисление Задержки передачи сигналов

Как правило, из-за различных географических местоположений абонентов сети DVB-RCS, сигналы трактов ЦЗС-ИЗС-СИТ имеют различную временную задержку. Для того, чтобы поддерживать общую синхронизацию сети, Центральная земная станция должна компенсировать разницу в задержках.

Каждая из задержек имеет статическую и динамическую составляющую:

Статическая составляющая. При инсталляции сети определяется точное местоположение элементов системы. Используя эти данные, Система мониторинга и управления, вычисляет статическую задержку синхронизации.

Постоянное движение спутника порождает динамическую составляющую задержки. Некоторые показатели движения спутника заранее известны и Центральная земная станция передает эту информацию в Таблице Спутниковой Позиции (SPT). СИТы и демодуляторы используют эту информацию для оценки задержки синхронизации.

Центральная земная станция выбирает контрольную СИТ и периодически передает пакеты для вычисления полной задержки (прямой-обратный). Центральная земная станция использует это значение как отрицательное при расчете смещения времени для плана передачи пакетов. Остальные СИТы добавляют это смещение к статическому времени задержки в соответствии с их местоположением.

Синхронизация Обратного канала

Обратный канал использует схему Множественного доступа с мультичастотным и временным разделением (MF-TDMA) для совместного использования спутниковой полосы (несущей).

Чтобы минимизировать интервал между тайм-слотами и риск их столкновений, СИТы должны быть синхронизированы. На стороне ЦЗС все демодуляторы так же должны быть синхронизированы с СИТами для того, чтобы приемники демодуляторов могли принимать и обрабатывать тайм-слоты, измерять точность синхронизации и передавать корректирующие сообщения СИТам.

Синхронизация Обратного канала должна быть достаточно точна для того, чтобы пакет, посланный от СИТ, достиг ЦЗС точно в пределах выделенного промежутка времени и на назначенной частоте.

Синхронизация Прямого канала

Прямой канал не нуждается в точной синхронизации, подобно Обратному каналу. Однако, Прямой канал несет метки времени в PCR (или NCR) пакетах. Так как СИТы не имеют GPS приемников, они используют эти метки для привязки к эталонному времени ЦЗС.

Прямой канал также несет таблицы сигнализации для обеспечения СИТов информацией по временной синхронизации и частотной коррекции.

Частотная Синхронизация

СИТ формируют системные такты 10 МГц (на основе NCR пакетов Прямого канала от ЦЗС) для поддержки точности частоты нормализованной несущей не хуже 10^{-8} (среднее квадратичное значение).

Временная синхронизация

Сеть использует следующую схему временной синхронизации:

Процессор сигнализации распределяет временные планы для СИТов. Время старта каждого слота - абсолютное время, которое определено в значении NCR. Это значение определяет суперкадры и связанные с ним смещения синхронизации по времени. Суперкадр всегда начинается со специального значения локального счетчика. Это значение - начало отсчета для всех распределений пакетов в пределах суперкадра.

Чтобы быть синхронизированным с сетью, СИТ непрерывно восстанавливает (подстраивается под) абсолютное значение системных тактов ЦЗС.

Также СИТы извлекают из временного плана данные о центральной частоте, времени начала и длительность пакетов, которые они могут передать.

Временной План состоит из:

- . Таблицы Составы Кадра (FCT);
- . Таблицы Составы Суперкадра (SCT);
- . Временного плана передачи пакетов терминалом (ТВТР);
- . Таблицы Составы Тайм-слотов (TCT).

ПОДСИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ (NMS)

Подсистема мониторинга и управления выполняет следующие функции:

- ✦ Автоматизация настроек различных элементов сети, включая настройки абонентов для своевременного и эффективного добавления новых услуг
- ✦ Отображение сбоев и аварийного сигнала в реальном масштабе времени, локализация неисправностей с анализом их истории
- ✦ Сбор информации по различным типам трафика и сессий данных для составления отчетов, счетов и процесса аудита
- ✦ Поддержка в реальном масштабе времени производительности передачи данных
- ✦ Поддержка пользовательских функциональных профилей сетевой безопасности. По требованию каждой группе пользователей, после их идентификации, может быть назначен доступ для решения специальных задач
- ✦ Управление стартом, отключением и резервированием (включая переключение на резерв)
- ✦ Обеспечение Инкапсулятора информацией о спутниках для формирования Таблиц Спутниковой Позиции (SPT)
- ✦ Представление топологии ЦЗС и информации о состоянии каждого управляемого элемента сети

Подсистема мониторинга и управления использует открытую архитектуру управления сетью, которая допускает расширение управляемых элементов сети, позволяет нескольким пользователям удаленно и одновременно, через web интерфейс, осуществлять управление системой.

2.2 Абонентские земные станции спутниковой связи

MediaSputnik 2000-series

Абонентские ЗС СС (спутниковые интерактивные терминалы /СИТ) обеспечивают доступ в спутниковые сети с топологиями типа «звезда», «вложенная звезда» и «полносвязная» (опция).



Рис. 10. Спутниковый модем для абонентских ЗС СС.

Технические характеристики абонентских ЗС СС MediaSputnik 2000 series

Диапазон частот		
на прием	Ku-Band	10.95 to 11.70 GHz 11.70 - 12.75 GHz
	C-Band	3.4 - 4.2 GHz
на передачу	Ku-Band	14.0 - 14.5 GHz
	C-Band	5.85 - 6.425 GHz
Поляризация		линейная горизонтальная/ линейная вертикальная
Сигнально-кодовая конструкция на приеме		DVB-S/S2 QPSK, 8PSK
Сигнально-кодовая конструкция на передаче		DVB-RCS QPSK
Диапазон быстрого переключения частоты на передаче		± 10 MHz от центральной частоты
Коэффициент сглаживания спектра на передаче		0,35
Метод доступа в обратном канале		MF TDMA
Информационная скорость		

на передачу, Кбит/с	64÷8000	
на прием, Мбит/с	до 80	
Вид модуляции		
на передачу	QPSK	
на прием	QPSK, 8PSK (DVB-S2)	
Коррекция ошибок. Тип и скорость кодирования		
на передачу	CC(1/2) TC (2/3, 4/5)	
на прием	CC (1/2...7/8); RS	
Поддерживаемые типы сервисов	на базе IP протоколов	
Межсетевой протокол	IP v.4	
Поддержка качества обслуживания	DiffServ	
Интерфейсы сопряжения терминала:		
IP данные	100 Base-TX	
Вход промежуточной частоты (Rx)	‘F’ Female	
Выход промежуточной частоты (Tx)	‘F’ Female	
Интерфейсы управления	Web	
Характеристики антенно-фидерного устройства		
Эффективная апертура антенны, м	1,2 ; 1,8 ; 2,4	
Кросс поляризационная развязка, dB	> 30	
Максимальная выходная мощность ВУС от внутреннего источника электропитания модема, W	4	
Типичные значения EIRP/ G/T		
2W 1.2 m	45.7 dBW	20.6 dB/K
2W 1.8 m	49.2 dBW	24.4 dB/K

Диапазон входных напряжений, В	100÷240
Максимальный ток, А	2
Потребляемая мощность	не более 75 W
Диапазон рабочих температур, град.С	
для оборудования, устанавливаемого в помещении	10÷40
для оборудования, устанавливаемого вне помещений	-40 ÷ 50

Технические характеристики малошумящих усилителей с преобразованием частоты (LNB)

Диапазон частот	Радиочастоты	10.95 to 11.70 GHz 11.70 - 12.75 GHz
	Промежуточной частоты	950 - 1700 MHz
Разъемы	Фланец Входного волновода	WR 75
	Выход промежуточной частоты	F-тип (Female)
Коэффициент стоячей волны по напряжению на входе	2.5:1 типичн.	
Коэффициент шума (Тa = +25С)	0.6 - 0.8 dB	
Промежуточная выходная частота	0.95 - 1.70 GHz	
Коэффициент передачи преобразователя	55 dB типичн. @+25С	(Тa = от -40 до +60 С)
	50 dB min. 63 dB max.	
Отклонение коэффициента передачи (Тa = +25С)	2 dB max. в любом сегменте 50 МГц по диапазону частот.	
ИМЗ	-40 dBc max. @-15dBm ПЧ	
Уровень утечки Гетеродина	-50 dBm max. во фланце волновода.	
Стабильность частоты Гетеродина (Тa = -40 to	10.000 GHz +/- 900 kHz	

+60С)		
Подавление помех по зеркальному каналу	40 dB min.	
Коэффициент стоячей волны по напряжению на выходе	2.0 : 1 max.	
Электропитание	от +15 до +24В	Опционально : от +12 до +24В
Потребляемый ток	110 mA типичн.	150 mA max.
Фазовый шум	-65 dBc/Hz типичн.	-60 dBc/Hz max. @1 kHz
	-90 dBc/Hz типичн.	-80 dBc/Hz max. @10 kHz
	-110 dBc/Hz типичн.	-100 dBc/Hz max. @100 kHz
Диапазон Рабочей температуры	от -55 до +60 С	
Диапазон температуры хранения	от -55 до +80 С	
Относительная влажность	100 % max	
Вибрация	G=5 (f=50±2 Hz, t=5(min), Направление: X,Y,Z)	
Испытание на удар	G=15 (Направление: X,Y,Z)	
Уровень РЧ	-10 dBm (@ незатухающая волна)	
	+10 dBm (@ импульс)	
Напряжение питания	+28 В	

Технические характеристики повышающих преобразователей частоты (BUC)

Диапазон частот	Радиочастотный	14.0 - 14.5 GHz
	Промежуточной частоты	950 - 1,450 MHz
Разъемы	Фланец Выходного волновода	WR-75
	Вход промежуточной частоты	F-тип (Female) 75 Ом
Выходная мощность	2W линейная	
Выходной уровень @ P1 dB	+33 dBm	
Коэффициент передачи преобразователя	50 dB ном.	
Фазовый шум(SSB)	-60 dBc/Hz max. @ 100 Hz -70 dBc/Hz max. @ 1 kHz	

	-80 dBc/Hz max. @ 10 kHz -90 dBc/Hz max. @ 100 kHz	
Требуемый Сигнал Внешней синхронизации	Частота:	10 MHz
	Уровень входного сигнала:	от -5 до +5 dBm
	Фазовый шум:	-125 dBc/Hz max. @ 100 Hz
		-135 dBc/Hz max. @ 1 kHz
		-140 dBc/Hz max. @ 10 kHz
Коэффициент стоячей волны по напряжению на входе	2.0:1 max.	
Коэффициент стоячей волны по напряжению на выходе	2.0:1 max.	
Напряжение питания	от+15 до +30 V dc	
Потребляемая мощность	30 W max.	
Диапазон Рабочей температуры	от - 55 до +55 C	
Диапазон температуры хранения	от - 55 до +75 C	
Размер и Вес	186.7 mm (Д) x 119 mm (Ш) x 44.5 mm (В) 1.2 кг max.	