

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ТЕХНОЛОГИИ VSAT В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

В.П. Демкин, В.В. Жамнов
Томский государственный университет

Дается обзор существующих спутниковых систем связи и технологий VSAT и применения их для решения задач дистанционного образования.

Приводятся методы повышения эффективности обратных каналов абонентских терминалов и использование их при проведении учебных занятий с применением on-line сетевых технологий.

Ключевые слова: спутниковые системы связи, VSAT-технологии, дистанционное образование.

THE VSAT TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL NETWORKS ON THE BASIS OF SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

V.V. Zhamnov, V.P. Demkin
Tomsk State University

In article the review of existing satellite communication systems and the VSAT technologies and their application for the solution of problems of distance education is given.

Methods of efficiency increasing of the return channels of subscriber terminals and their using for carrying out studies with use of on-line of network technologies are given.

Key words: satellite communication systems, VSAT technologies, remote education.

Введение

В течение последнего десятилетия технология VSAT в России сформировалась как самостоятельное направление в области спутниковых систем связи. Объединенные посредством геостационарных космических аппаратов VSAT-терминалы образуют сети связи с различными топологиями.

Основными факторами развития VSAT-технологий являются обеспечение доступа в Интернет для географически отдаленных населенных пунктов, где невозможно использовать альтернативные средства связи, организация широкополосного доступа к информационным ресурсам, осуществление образовательных программ и научных исследований с использованием дистанционных технологий.

В начале своего становления характерной особенностью VSAT-технологий являлась строгая централизация управления и контроля всех абонентских станций, которые работают в режиме с временным разделением канала (TDMA) для обратных каналов, обеспечивающих повышенную экономическую эффективность использования сетевого ресурса путем учета характеристик

систем массового обслуживания. Подобная топология построения сетей получила название «Звезда» [1]. Топология «Звезда» предполагает прохождение всех информационных потоков через Сетевой операционный центр (Network Operation Center – *NOC*). Альтернативным решением является «полносвязная» топология передачи данных по спутниковым каналам связи. Периферийные терминалы имеют возможность работы как через *NOC* и как независимые станции спутниковой связи.

Краткий обзор спутниковых VSAT-платформ

Анализ мирового рынка VSAT-технологий показывает, что в настоящее время основными компаниями производителей являются *HNS*, *Gilat u ViaSat* и, российский сегмент спутникового рынка VSAT-технологий также занимают данные компании (рис. 1).

На территории России развернуто более десяти *NOC* компании *HNS*, в том числе Томский межрегиональный телепорт ТГУ. За последние годы было развернуто около 40 центральных станций (ЦС) VSAT-сетей на территории России,

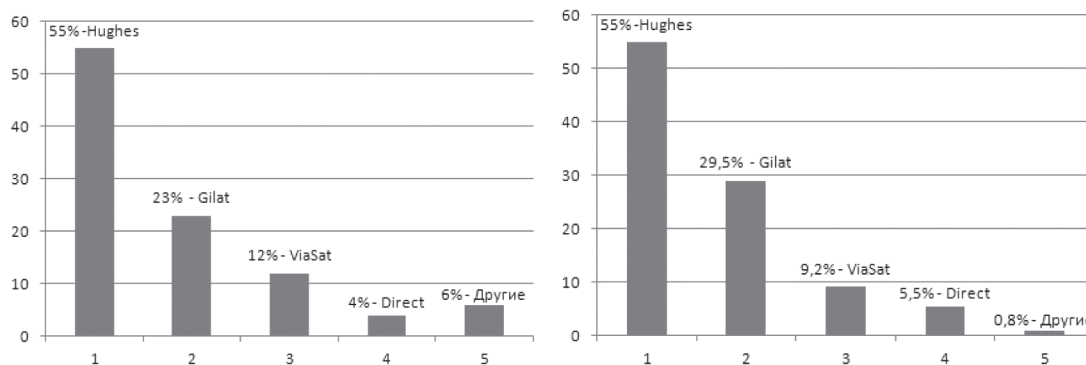


Рис. 1. Диаграмма мирового рынка VSAT-платформ (слева) и российского (справа) [3]

на каждую ЦС в среднем приходится более 450-500 VSAT-терминалов. Учитывая, что ЦС может поддерживать сеть до 5000 терминалов, в России имеется высокий потенциал для расширения применения VSAT-технологий [2].

В 2004 г. появился новый стандарт вещания, именуемый DVB-S2, предусматривающий максимально возможную совместимость с системой цифрового спутникового вещания DVB-S. Для придания большей универсальности применения и повышения эффективности при работе по каналам с достаточным энергетическим запасом в технические нормы на системы первичного распределения добавлены функции режимов передачи, основанные на модуляции типа 8 PSK и 16 QAM.

Необходимость в пересмотре имеющихся стандартов была обусловлена несколькими причинами. Важнейшим фактором создания нового стандарта DVB-S2 стали планы массового запуска телевидения высокой четкости (HDTV). Уже сегодня начинает наблюдаться дефицит в частотном ресурсе даже при трансляции телевидения стандартной четкости (SDTV).

VSAT-технологии также применяют стандарт DVB-S2 как в прямых, так и обратных спутниковых каналах. Скорость передачи данных возрастает в среднем в два раза относительно аналогичных систем, работающих в режиме DVB-S. Основной проблемой внедрения стандарта DVB-S2 является отсутствие соответствующих энергетических характеристик у геостационарных спутников.

Анализ VSAT-платформ показывает, что все системы имеют схожие функциональные возможности, к которым относятся:

- спутниковый терминал, обеспечивающий мультисервисный доступ;

- широкополосный прямой канал в формате DVB;

- поддержка TCP/IP, UDP/IP, RIP, IGMP и QoS;

- полное управление сетью, включая дистанционное управление VSAT-терминалами;

- масштабируемая звездообразная топология сети, включающая большое количество VSAT-терминалов;

- предоставление услуг по требованию;

- динамическое перераспределение ресурсов;

- поддержка протоколов передачи данных, голоса, видеоинформации.

Все современные VSAT-сети, созданные по топологии «Звезда», обладают приведенными функциональными возможностями. Это первая и наиболее распространенная топология как в спутниковой, так и в наземной сети. Сравнительная техническая таблица спутниковых платформ (таблица), также показывает основные сходства характеристик VSAT-систем разных производителей. Очевидно, централизация управления в данной топологии обеспечивает эффективное управление всей сетью.

В последние годы наряду с VSAT-сетями, работающими по топологии «Звезда», динамично развиваются платформы использующие «полносвязную» топологию, в которой для VSAT-терминалов не требуется ЦС. Это позволяет эффективно совмещать на единой платформе различные сетевые технологии. Динамическое выделение полосы по требованию дает возможность эффективно организовывать широкополосные соединения. Архитектура без центральной станции обеспечивает создание полноценных мультисервисных сетей на стороне абонента VSAT-сетей. Абонент такой сети может обеспечить полноценный обмен данными,

включая технологии групповой (*multicast*) адресации, передач по типу «точка-точка» без участия *NOC*. Однако построение подобных систем требует значительных энергетических ресурсов и является экономически затратным.

Несмотря на очевидные достоинства терминалов, работающих по «полносвязной» топологии, их распространения в ближайшее время в России не ожидается по двум причинам: стоимость одного терминала на порядок превышает стоимость периферийного терминала на основе топологии «Звезда», сетевые операционные центры требуют достаточно серьезных модернизаций для поддержки данной топологии.

Оптимизация технологии широкополосного спутникового доступа к удаленным информационным ресурсам

Основными недостатками топологии «Звезда», присущими всем VSAT-платформам, являются:

- связь между периферийными терминалами осуществляется за «двойной скачок» через *NOC*, что приводит к удвоению временной задержки;
- групповая адресация в обратных каналах технически не осуществима, т.е. *multicast*-протокол не поддерживается в приложениях, работающих на стороне VSAT-абонента.

«Двойной скачок» при передаче данных между VSAT-терминалами увеличивает не только временные задержки, что является достаточно критичным в мультимедиаприложениях, но и нерациональное использование полос прямых и обратных каналов, так как одна и та же информация передается дважды в спутниковом стволе. Вторым недостатком VSAT-сетей, построенных по тополо-

гии «Звезда», становится особо существенным в мультисервисных сетях с большим объемом мультимедиаграфика, передаваемого VSAT-абонентом. Это относится к корпоративным образовательным сетям, где организация совместной научной и образовательной деятельности является основным элементом сетевых технологий. Примером такой сети является спутниковая сеть Томского государственного университета, которая объединяет большое количество географически разделенных образовательных учреждений в общую корпоративную сеть и является транспортной средой передачи данных в сфере коллективной научной и образовательной деятельности.

Реализация технологии групповой адресации (*multicast*) от VSAT-абонента и создание системы мониторинга обратных каналов

В платформе *HNS* технология групповой адресации реализована только в прямом канале для обеспечения рассылки информации по системе «от одного ко многим». Групповую рассылку в спутниковом прямом канале обеспечивает специализированный сервер *MUL IPGW*. Информационные *unicast*-потoki приходят на внешние интерфейсы *IP GW*. Абонентские терминалы могут только принимать соответствующие *multicast*-потoki, но **не передавать**. Таким образом, в базовой конфигурации *HNS* не заложена групповая адресация от абонента.

Для устранения этого недостатка в данной работе разработан метод групповой адресации от VSAT-абонентов для широкополосного доступа в спутниковой сети, построенной по топологии «Звезда».

Основные характеристики VSAT-платформ

Технические характеристики	Hughes Network Systems (HNS)	Gilat Satellite Networks Ltd.	ViaSat-Comsat
VSAT-терминал	HNS	SkyEdge	LinkStar
Максимальная скорость в прямом канале, Msps	56	62	42.5
Максимальная скорость в обратном канале, Msps	1.6	2	2.5
Стандарт передачи в обратном канале	Собственный закрытый стандарт	Собственный закрытый стандарт	F-TDMA, DVB/RCS-совместимый
Интерфейс данных	10/100BaseT Ethernet (RJ-45)	10BaseT LAN	10/100BaseT Ethernet (RJ-45)
Формат в прямом канале	DVB	DVB	DVB
Схема доступа в обратном канале	TDMA	Комбинированная TDMA, FDMA	Комбинированная TDMA, FDMA

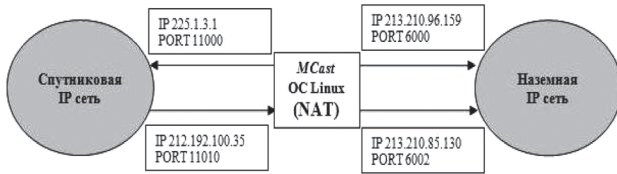


Рис. 2. Принципиальная схема работы программного обеспечения *MCast*

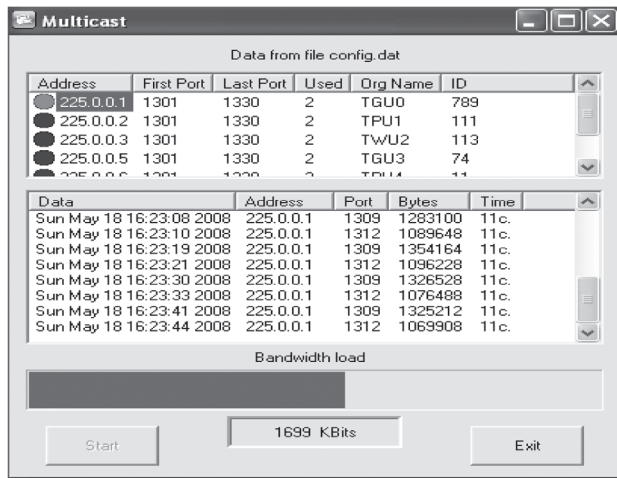


Рис. 3. Графический интерфейс программного комплекса мониторинга multicast-полосы

Метод основан на дополнительных инкапсуляциях потока сетевых пакетов в разных сегментах сети обеспечения широкополосного доступа к информационным ресурсам, расположенным в абонентских VSAT-сетях.

Метод групповой адресации от VSAT-абонентов для широкополосного доступа реализован нами программным способом на языке высокого уровня C++ с использованием технологии *socket*. Разработанное программное обеспечение *MCast* преобразует *unicast*-поток от VSAT-абонента в *multicast* с последующей маршрутизацией обратно в спутниковый или наземный сегмент сети [4]. Схема работы данного программного обеспечения показана на рис. 2.

Программное обеспечение *MCast* работает как в наземном, так и в спутниковом сегменте сети. Вещание в наземный сегмент осуществляется в режиме *unicast*. Необходимо также отметить, что трансляция в режиме *multicast* обеспечивается на все хосты, подключенные через пассивные коммутаторы к абонентскому терминалу *HN (DW)* 6000 / 7000 [5].

Для приложений, требующих работы в реальном масштабе времени (например, IP-телефония, IP-вещание, ВКС, для которой необходимо обеспечить постоянную скорость передачи в течение существенного непрерывного интервала времени), терминал *HN* может запросить от *NOC* выделения постоянной скорости передачи (*CBR*) [7]. В ответ *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 является дополнительной к другим полосам, выделенным для данного терминала.

Предоставление услуг связи в мультисервисных сетях требует организации всестороннего мониторинга передаваемых данных, включая контроль за *multicast*-трансляциями в прямом спутниковом канале, такая техническая возможность отсутствует в системе управления сетевым операционным центром *HNS*. Разработанный нами программный комплекс (ПК), дополнивший систему *MCast*, обеспечивает мониторинг *multicast*-канала в реальном времени. Данный программный комплекс состоит из программно-анализатора спутникового прямого канала, сканера портов вещания и конфигурационного модуля. Входными данными являются адресное пространство потоков, транслируемых через *HNS* и диапазоны портов вещания. В начале работы комплекса происходит инициализация программных потоков, каждый из которых ведет анализ одной *multicast*-сессии. В программных потоках происходит сканирование диапазона портов и поиск активных. При нахождении нового порта создается поток для подсчета трафика по данному *multicast*-адресу и этому порту, а также запускается таймер. Если по истечении его работы, не нашлось больше активных портов, соответственно данный поток переходит в режим блокировки и ждет завершения приема данных по найденным портам. Упрощенный интерфейс программного комплекса представлен на рис. 3.

К достоинствам данного программного комплекса следует отнести возможность его использования для неограниченного числа адресов вещания, параметры каждого соединения задаются не точно, а в диапазоне возможных значений.

Заключение

Предложенный метод и разработанный на его основе программный комплекс *MCast* дает возможность VSAT-абоненту спутниковой сети:

– транслировать потоки данных на неограниченное количество других абонентов спутниковой сети;

– осуществлять параллельное вещание в сеть Интернет;

– организовывать видеоконференсвязь по технологии «точка-многоточка»;

– проводить эффективную синхронизацию мультимедийных ресурсов в пределах сети CDN (Content Delivery Networks).

Метод групповой адресации для широкополосного доступа универсален и эффективен в условиях дефицита спутниковых ресурсов и обладает преимуществом при организации коллективной деятельности в научно-образовательных корпоративных сетях.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках соглашения от августа 2012 года № 14.В37.21.0622

ЛИТЕРАТУРА

1. *HN Systems sizing*. Student Manual // Germantown, Maryland. – 2007.

2. *Hughes Proprietary II. Release Notes* // Germantown, Maryland. – 2005. – Vol. 2, № 2.

3. *Hughes Proprietary II. Release Notes* // Germantown, Maryland. – 2009. – Vol. 2, № 3.

4. *Семейство протоколов TCP/IP* в переводе Брежнева и Смелянского [Электронный ресурс]: [многопредмет. науч. журн.] – Науч.ред. Т. Socolofsky and С. Kale; SF., 2000–2001. – Режим – доступа: <http://www.alcpres.com/rfc/tcpip/rfc1180.htm>.

5. *Hughes Proprietary II. Release Notes* // Germantown, Maryland. – 2009. – Vol. 2, № 5.

6. *Домрачева А.Б., Снытко А.А.* Обоснование выбора средств защиты медиа-контента // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2012. – Т. 1. – С. 131–131.

7. *Иванов П.* Сети доставки контента – [Электронный ресурс] // Сети/Network World. – 2001. – № 14. <http://www.osp.ru/nets/2001/14/145576/> Режим доступа: свободный.