

Введение

Что разум человека может постигнуть
и во что он может поверить, того он спосо-
бен достичь

Наполеон Хилл

На мировом рынке телекоммуникационных услуг давно уже получил широкое распространение проект VSAT (Very Small Aperture Terminal), то есть терминал с малой спутниковой антенной, позволяющий обеспечивать большое число пользователей относительно недорогой и надежной системой передачи данных (визуальной, речевой, текстовой информации). Это обусловлено, с одной стороны, увеличением потребительского спроса на трансляцию больших объемов информации пользователями телекоммуникационных сервисов, включая территории со слаборазвитой инфраструктурой проводной и радиосвязи, с другой стороны, как следствие, развитием широкополосных технологий спутникового вещания.

Активное использование стандарта широкополосной технологии цифрового спутникового вещания DVB (Digital Video Broadcasting) производителями в разрабатываемых ими VSAT-системах и востребованность данного оборудования у частных пользователей, фирм и транснациональных компаний определяет актуальность рассмотрения вопросов современных VSAT.

Целью монографии является рассмотрение и исследование особенностей функционирования VSAT-сетей и оборудования, использующих технологии спутникового цифрового широкополосного вещания стандартов DVB-S/S2/S2x/S2x+, интерактивной спутниковой трансляции данных стандартов DVB-RCS, IPoS, а также фирменных разработок компаний — производителей VSAT, включая интерактивные спутниковые системы с коммутацией сигналов на борту искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Особое внимание уделено рассмотрению пакетированных элементарных потоков, распределению ресурсов центральных станций, каналов управления, организации широковещательных и запросных каналов.

Структурно вторая часть монографии состоит из введения, семи глав и заключения. В первой главе «Особенности построения и функционирования интерактивных спутниковых терминалов стандарта DVB-RCS» рассмотрена интерактивная спутниковая сеть,

функционирующая согласно стандарту DVB-RCS: IP/DVB-платформа, вещательный и запросные каналы, управление сетью.

Во второй главе «Особенности построения и функционирования интерактивных спутниковых терминалов цифрового широкополосного вещания стандарта IPoS» представлены сеть интерактивной спутниковой связи, разработанная согласно стандарту IPoS: особенности физического–сетевого уровней, организация запросных каналов, структуры служебных пакетов канала управления, а также оборудование компании Hughes Network Systems.

В третьей главе «Особенности построения и функционирования интерактивных спутниковых терминалов на основе стандарта DVB-DOCSIS» рассмотрена сеть интерактивной спутниковой связи, разработанная согласно технологии DVB-DOCSIS: особенности физического–транспортного уровней, организация запросных каналов, структуры команд канала управления, а также оборудование SurfBeam компании ViaSat.

В четвертой главе «Особенности построения и функционирования интерактивных спутниковых сетей с коммутацией сигналов на борту ИСЗ» изложены принципы построения, технические характеристики и описание интерактивных спутниковых сетей с расположением центральной станции на борту ИСЗ, рассмотрена разработка компании Alenia Spazio, использующая стандарт DVB-RCS и коммутацию на борту ИСЗ для реализации технологии Skyplex.

В пятой главе «Особенности построения и функционирования терминалов на основе стандарта DVB-SH» рассмотрены гибридные сети нового поколения стандарта DVB-SH, появление которых обусловлено открытой стандартизацией Проекта DVB, позволяющей создавать сопряжения сетей различных сред распространения сигнала, например наземного и спутникового сегментов, позволяющих доводить мультимедийный контент до потребителей в неблагоприятных условиях распространения радиоволн.

В шестой главе «Особенности построения и функционирования терминалов стандарта DAB» изложены принципы построения, технические характеристики и описание цифрового радиовещания стандарта DAB.

В седьмой главе «Особенности построения и функционирования терминалов стандарта DRM» рассмотрены принципы построения, технические характеристики и описание цифрового радиовещания в декаметровом диапазоне длин волн стандарта DRM.

Представленные в монографии результаты анализа и исследования как справочный и исследовательский материал предназначены

для студентов, аспирантов, а также разработчиков сетей цифрового теле- и радиовещания, интерактивных VSAT с широкополосным доступом к контенту по технологии DVB.

Мнения, вопросы, предложения просьба посылать на адрес: dvb.ht@yandex.ru. Авторы с благодарностью обсудят с Вами проблематику и учтут ее при подготовке следующего издания.

1 Особенности построения и функционирования интерактивных спутниковых терминалов стандарта DVB-RCS

Сложнее всего начать действовать, все остальное зависит только от упорства.

Амелия Эрхарт

В настоящее время отрасль связи в целом претерпевает значительные изменения: меняются стандарты и технологии, новые услуги появляются все чаще, а необходимость удовлетворения растущего спроса на новые сервисы стимулирует операторов развиваться ускоренными темпами.

Развитие мирового рынка спутниковой связи во многом обеспечивается за счет роста трафика доступа к сети Интернет или корпоративным информационным ресурсам. Появились новые технологии, ориентированные на передачу данных при несимметричном трафике.

Предполагается, что из центра через спутник транслируется единый цифровой широкополосный поток в стандарте DVB, который доступен всем абонентам, и каждый из них получает информацию в соответствии со своим адресом. От абонента в спутниковом канале формируется узкополосный трафик запросов. Такая технология в общем случае получила название интерактивной VSAT-технологии.

Основное производство VSAT-оборудования принадлежит фирмам Hughes Network Systems, Gilat и ViaSat [1]. При этом в последние годы основными производителями заявлен выпуск новых семейств терминалов и центральных земных станций (ЦЗС), поддерживающих стандарты спутникового цифрового телевизионного вещания DVB-S/S2/S2x/S2x+.

Фирмы Gilat (оборудование серии SkyEdge), ViaSat (оборудование LinkStar), NanoTronix, ND SatCom, Advantech Satellite Networks приступили к выпуску оборудования, сертифицированного SatLab (соответствующего Рекомендации ETSI EN 301 790 (DVB-RCS)) [2], а оборудование фирмы STM Group реализует стандарт DVB-RCS2 [3–5].

Стандарт DVB-RCS (Return Chanel Satellite) является открытым стандартом (в сети могут быть использованы терминалы различных производителей) на основе ЦЗС, использующей широко-вещательный канал стандартов DVB-S/S2/S2x/S2x+ [6–8] и интерактивных спутниковых терминалов, работающих в С-, Ku-, Каддиапазонах. По своей сути стандарт является объединением современных VSAT- и TV-технологий, используемых на спутниковых каналах, за счет чего достигается его высокая эффективность. Основными преимуществами технологии являются:

- высокая скорость обмена данными (до 360 Мбит/с в вещательном и до 8,192 Мбит/с в запросных каналах), что позволяет реализовывать практически весь спектр широкополосных услуг, включая и видеоконференцсвязь;
- гибкость, универсальность, высокая масштабируемость сети;
- программируемое качество обслуживания QoS (10 уровней);
- активное использование акселераторов стека протоколов IP/TCP, IP-мультикастинга и удаленного WEB-кэширования;
- возможность исполнения терминальных устройств для мобильного использования.

Стандарт востребован при создании корпоративных сетей (Intranet, Extranet) для доставки информации коммерческим, корпоративным и государственным пользователям. Регламентирует создание частных виртуальных сетей VPN; обслуживание транзакционного трафика POS/ATM; организацию доступа в сеть Интернет; передачу файлов, голосового трафика, видеоконференцсвязи, IP-телефонии и вещания, дистанционного обучения, электронной коммерции.

Стандарт DVB-RCS был принят в декабре 2000 г. Он регламентирует системные и технические требования построения и функционирования интерактивной спутниковой сети и абонентских терминалов. В сентябре 2001 г. был опубликован стандарт, регламентирующий построение системы интерактивного спутникового доступа к централизованным информационным ресурсам и сети Интернет посредством спутниковых терминалов DVB-RCS. Стандарт динамически развивается и совершенствуется, о чем свидетельствуют регулярные публикации ETSI его новых версий, например [2]. А в 2012 г. издана вторая версия стандарта, регламентирующего системные и технические требования построения и функционирования интерактивной спутниковой сети и абонентских терминалов [3–5].

В качестве основных положений стандарт регламентирует архитектуру построения сети по топологии «звезда» (опция «каждый с

каждым»), используемый диапазон Ku (Ka для последних релизов), организацию запросных каналов от терминалов к центральной земной станции по технологии многочастотного доступа с временным разделением (MF-TDMA) к ресурсу ЦЗС.

Рассмотрим системные и технические особенности построения и функционирования интерактивной спутниковой сети, реализующей стандарт DVB-RCS.

1.1. Интерактивная спутниковая сеть согласно стандарту DVB-RCS

Основные правила построения и функционирования интерактивной спутниковой сети обеспечивают возможность работы в рамках одной физической сети терминалам различных производителей, имеющих от SatLab сертификат соответствия стандарту DVB-RCS.

Особое внимание при проектировании интерактивной сети уделяется показателю качества обслуживания пользователей. Коммерческая секция Проекта DVB предлагает три категории потенциальных потребителей интерактивных услуг, каждая из которых имеет различные уровни качества обслуживания при сохранении общности технических решений [9].

1. Частный абонент — потребитель интерактивных услуг на бытовом уровне. Пользователи нуждаются в разнообразных услугах связи (телемагазин, платное телевидение, электронная почта, загрузка программного обеспечения и т. п.). Скорость передачи данных в запросном канале, необходимая абонентам данной категории, не превышает 64 кбит/с.

2. Полупрофессиональный пользователь — специалист, постоянно или по большей части работающий дома или в офисе (SOHO — Small Office Home Office). Такие пользователи нуждаются в разнообразных и качественных услугах связи (отправка и прием файлов большой размерности, электронный документооборот, работа с удаленными базами данных и т. п.). Скорость передачи данных в запросном канале, необходимая для данной категории пользователей, не превышает 384 кбит/с.

3. Корпоративный пользователь — офис с несколькими сотрудниками, использующими локальную вычислительную сеть и нуждающимися в соединениях с другими офисами с симметричным трафиком. Требуется высокое качество обслуживания, высокая надежность и защищенность связи. Скорость передачи данных в запросном канале, необходимая пользователям данной категории, не превышает 2048 кбит/с.

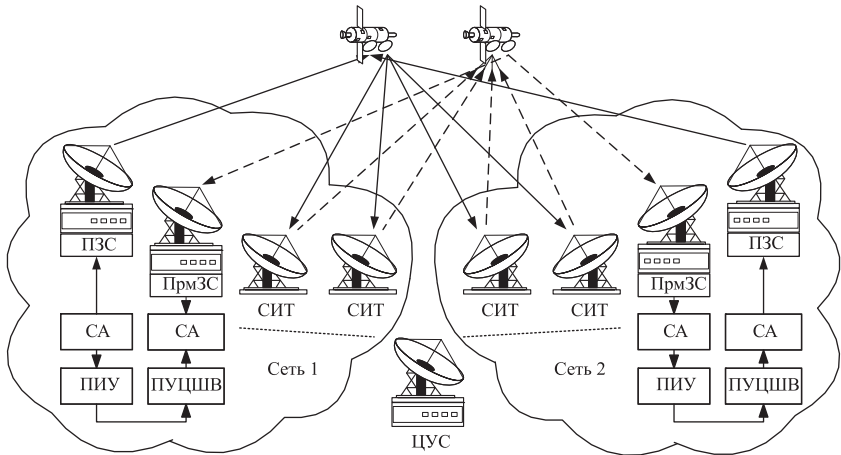


Рис. 1.1. Структура интерактивной спутниковой сети стандарта DVB-RCS: ПЗС — передающая земная станция; СА — сетевой адаптер; ПИУ — провайдер интерактивной услуги; ПУЦШВ — провайдер услуги цифрового широкополосного вещания; ПрмЗС — приемная земная станция; СИТ — спутниковый интерактивный терминал; ЦУС — центр управления сетью

Вероятность ошибки для всех категорий должна быть не хуже 10^{-8} .

Структурно интерактивная спутниковая сеть стандарта DVB-RCS состоит из следующих элементов (рис. 1.1):

- центра управления сетью (ЦУС), который выполняет функции контроля и управления сетью (сетями);
- приемной земной станции (ПрмЗС), обеспечивающей связь с провайдером интерактивных услуг для взаимодействия с внешними сетями (например, Интернет);
- передающей земной станции (ПЗС) для передачи широкополосного сигнала с мультиплексированными данными пользователей;
- спутниковых интерактивных терминалов (СИТ) конечных пользователей, состоящих из широковещательного приемного модуля и модуля обратной связи.

Между пользователем и провайдером устанавливаются два канала:

- широковещательный от провайдера к пользователю, предназначенный для трансляции транспортного потока (видео, аудио и данных);
- интерактивный (запросный) между пользователем и провайдером услуг для формирования запросов пользователя к провайдеру услуг.