

ПРИНЦИПЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В СПУТНИКОВЫХ СЕТЯХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Пытель А. Н., Джафаров Ф. Р.

Липкович Э. Б. – доцент кафедры СТК

В настоящее время приобрели широкое развитие спутниковые технологии высокоскоростного обмена информацией между оборудованием потребителей услуг и опорными телекоммуникационными сетями наземного сегмента. Для реализации данной технологии операторы спутниковых сетей выделяют группу радиостолов или весь ресурс многофункциональных космических аппаратов, через которые организуется широкополосный доступ в интернет, видеоконференцсвязь, дистанционное обучение, репортажи с мест событий, удаленное видеонаблюдение и др.

В течение последних пяти лет в мире развернуто свыше десятка интерактивных высокоскоростных сетей, базирующихся на спутниках нового поколения HTS (High Throughput Satellites) с многолучевыми антеннами, сотовым покрытием территории и процессорной обработкой сигналов на борту. В результате принятых решений многократно увеличилась пропускная способность и энергетическая эффективность сетей. Вместо пропускной способности, характерной для традиционных спутников в 2...4 Гбит/с, спутники нового поколения за счет широкой полосы радиоканалов (250...450 МГц) обеспечивают 50..70 Гбит/с в Ka-диапазоне частот. Кроме того в этом диапазоне допускается высокая плотность потока мощности спутникового сигнала у поверхности Земли (от -115 до -105 дБВт/м² для углов мест приема от 0° до 90°), что позволяет реализовать высокий уровень эквивалентной изотропно -- излучаемой мощности (до 65 дБВт) при соблюдении требований на электромагнитную совместимость спутниковых и наземных средств. Несмотря на усложнение высокоинформативных спутников и рост их стоимости более чем в два раза (до \$450 млн.) благодаря их высокой пропускной способности снижены затраты на эквивалентную полосу, размеры приемных антенн и увеличена скорость доставляемых данных (4...8 Мбит/с) в адрес абонентов сети.

Технология высокоскоростного доступа к информационным ресурсам посредством использования обратного спутникового канала определена принятым ETSI стандартом DVB-RCS (Return Channel Satellite). Эта технология отвечает требованиям масштабируемости и гибкости построения и особенно удобна для обмена информацией между центром и филиалами. В прямом широкополосном канале предусмотрена высокая энергетическая и спектральная эффективности передачи данных на периферийные терминалы за счет использования современных методов канального помехоустойчивого кодирования, полососберегающих методов модуляции и многолучевых антенн с «сотовым» способом покрытия территории обслуживания. Согласно этому способу в разнесенных по пространству спутниковых лучах одинаковые значения несущих частот могут многократно повторяться. Большое число узких лучей, создаваемых антенной, (их число может превышать 50) позволяет повысить энергетику на радиолинии и эффективность частотного ресурса. В обратных запросных каналах используются разные способы передачи данных с их упаковкой в ATM или MPEG-2 пакеты, разные методы многостанционного доступа к спутниковому сегменту, а также разные типы протоколов (IP; 10/100 Base -T/ L 2; TCP/IP) для подключения терминалов пользователей к локальным компьютерным и телефонным сетям.

Абонентский интерактивный терминал RCS-T (Return Channel Satellite Terminal) относится к классу станций региональной спутниковой связи VSAT (Very Small Aperture Terminal) и строится на принципах стандартов DVB-S/DVB-S2 и DVB-RCS. Основными потребителями терминального оборудования DVB-RCS являются государственные учреждения, нефте-газодобывающие и бизнес-компании, энергетики, торговые сети, структуры оперативного сбора и распределения новостной информации, службы подвижных средств, корпоративные и индивидуальные пользователи.

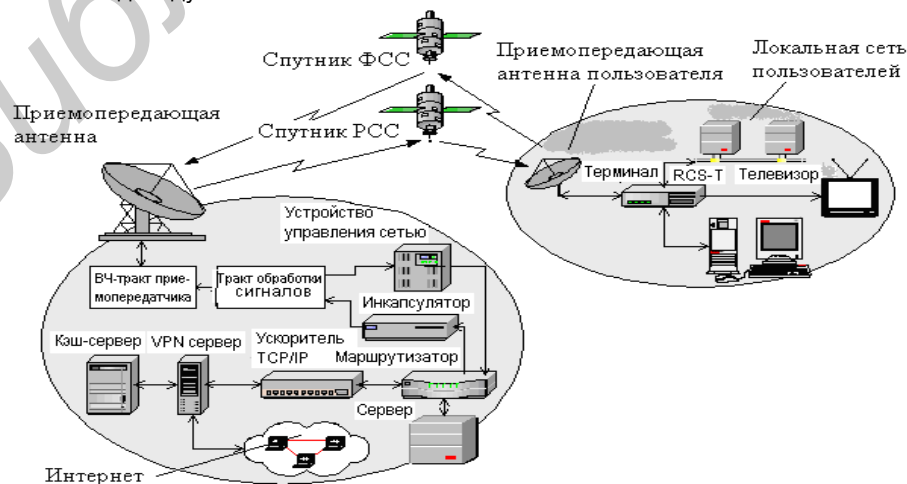


Рисунок 1 – Концепция построения интерактивной спутниковой сети

Система двустороннего спутникового обмена информацией может строиться на базе одного или двух близкорасположенных на ГО спутников (рисунок 1). Обычно запросные каналы организуются через ИСЗ фиксированной спутниковой службы (ФСС), поскольку ретрансляторы этой службы работают в квазилинейном режиме (ниже уровня насыщения передатчика на 4..6 дБ) и допускают одновременное усиление большого числа сигналов без заметного роста искажений. Доставка широкополосной информации к пользователям организуется через тот же ИСЗ ФСС или ИСЗ радиовещательной спутниковой службы (РСС). Последний имеет худшую линейность передающего тракта, но обладает более высоким значением ЭИИМ, что позволяет снизить размеры приемных антенн АИТ. Однако аренда ретрансляторов РСС дороже. Работа в двухспутниковой сети предполагает использование антенн с двумя облучателями. Каждый облучатель служит для связи с соответствующими ИСЗ, расположенными на разных позициях ГО. Поляризация сигналов на прием и передачу чаще всего выбирается разной.

Стандартом DVB-RCS рабочий диапазон сети не регламентирован, поэтому могут использоваться полосы частот С-, Ku-, Ka-диапазонов. Например, доставка данных с ИСЗ на АИТ организуется в полосе Ku-диапазона (14/11 ГГц), а отправка данных на ИСЗ в Ka-диапазоне (30/20 ГГц). Реализация этого варианта возможна через спутники, содержащие стволы Ku- и Ka-диапазонов (Astra 1-H, Eutelsat W6, Hot Bird-7 и др.).

Важным функциональным показателем системы является используемый способ множественного доступа удаленных терминалов к ИСЗ. Выбор конкретного варианта зависит от загрузки сети, объемов и видов предоставляемых услуг, активности работы пользователей в сети и др. Распространенными способами множественного доступа терминалов к ИСЗ являются: PAMA (Pre-assigned Multiple Access) – предоставление спутникового ресурса на постоянной основе; DAMA (Demand Assigned Multiple Access) – предоставление спутникового ресурса на время сеанса связи по требованию; SCPC (Single Channel Per Burst) – передача данных по каналу связи на одной несущей, MCPC (Multiple Channel Per Carrier) – передача объединенной группы данных пользователей на одной несущей; MF-TDMA (Multiple Frequency – Time Division Multiple Access) – частотно-временное разделение каналов. Множественный доступ MF-TDMA основан на динамическом назначении удаленным терминалам конкретных частот, временных сегментов и полос пропускания в соответствии с запросом. Сформированные с помощью АИТ пакеты запросных данных переносятся на несущую передачи и поступают на спутник в определенные интервалы времени по сигналам синхронизации со стороны центральной станции.

В соответствии с принятой для DVB-RCS топологией сети типа “звезда” (star) осуществить обмен информацией между удаленными АИТ возможно только в два “скачка”, т. е. сигналы проходят через ИСЗ дважды. В результате возникает существенная задержка сигналов (в 0,6 с) и усложняются проблемы организации телефонной связи. Поэтому телефонная связь часто реализуется по упрощенной схеме, т.е. напрямую между АИТ и телефонной сетью общего пользования (ТфСОП). Для организации телефонной связи между каждым АИТ (по полносвязной схеме) необходимо, чтобы эту технологию поддерживала ЦСС и ретранслятор ИСЗ или чтобы один из терминалов был ведущим и обладал функциями узловой станции.

В более расширенной сети DVB-RCS может присутствовать несколько узловых станций (шлюзов), которые обслуживают региональные подсети. Каждая узловая станция имеет свой спутниковый сегмент и набор частот несущих, а также собственную IP-адресацию, устройства сетеобразования и управления качеством обслуживания. Благодаря наличию шлюзов в сети возможна прямая взаимосвязь между АИТ разных подсетей.

Для эффективной работы интерактивной системы в ее состав входит центр управления сетью NCC (Network Control Center). Он осуществляет контроль параметров системы DVB-RCS, управление работой региональных станций, перераспределение ресурсов полосы пропускания, выявляет и устраняет отказы, ведет учет и управление базами данных. К числу достоинств данной технологии следует отнести:

- возможность отправки запроса для получения информации с территорий, на которых отсутствуют наземные каналы связи;
- возможность доступа к информационным ресурсам с подвижных сухопутных, морских и воздушных средств;
- быстрая установка и настройка терминалов для работы в сети;
- высокая эксплуатационная надежность системы;
- универсальность каналов сети для передачи разных видов информации;
- фиксированные затраты на реализацию доступа к спутниковой сети независимо от местоположения абонента.

Список использованных источников:

1 Липкович Э.Б., Кисель Д. В. Проектирование и расчет систем цифрового спутникового вещания. // Учебное пособие для студентов специальностей «Многоканальные системы телекоммуникаций», «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения» всех форм обучения – Минск, 2014. – 266с.