

УДК 621.396.946

СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Г. Н. Мальцев,

доктор техн. наук, профессор

Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского

Дается характеристика современных спутниковых систем связи и основных направлений развития их фиксированной и подвижной служб. Основное внимание уделено тенденции «приближения» абонентов подвижной спутниковой связи к спутниковым каналам, реализация которой неразрывно связана с внедрением в спутниковую связь сетевых информационных технологий. Приводятся примеры использования сетевых информационных технологий в современных высокоорбитальных и низкоорбитальных системах спутниковой связи общего пользования.

We describe modern satellite communication systems and principal directions of development of their fix and mobile services. Main attention is paid to the tendency of "approaching" of the customers towards the satellite links related to the introduction of network information technologies in satellite communication. We give examples of application of the network information technologies in modern low earth orbit and high earth orbit general purpose satellite communication systems.

Введение

Спутниковая связь — один из наиболее динамично развивающихся сегментов мирового рынка телекоммуникаций и одновременно одна из наиболее стабильных областей применения космических средств. В настоящее время трудно найти область деятельности, в которой не могли бы использоваться спутниковые технологии, при этом круг задач, решаемых с использованием систем спутниковой связи, продолжает расширяться. Для России развитие технологий спутниковой связи имеет особое значение, и интерес к новым технологиям обусловлен не только новыми возможностями и услугами связи, но и слабым развитием на значительной части территории страны инфраструктуры наземных телекоммуникационных систем.

Одной из ведущих тенденций современного развития систем спутниковой связи является «приближение» абонентов спутниковой связи к спутниковым каналам. Реализация этой тенденции неразрывно связана с внедрением в спутниковую связь сетевых информационных технологий. Здесь сетевые технологии понимаются в широком смысле — как совокупность стандартизованных методов и технических решений передачи информации в сетевых телекоммуникационных системах.

Общая характеристика современных спутниковых систем связи

Спутниковые системы связи предназначены для обеспечения радиосвязи между различными пунктами на земной поверхности с использованием спутников-ретрансляторов (СР). Основными преимуществами спутниковой связи по сравнению с другими видами связи являются:

— значительное расширение территории, в пределах которой возможна связь между абонентами, и одновременное использование ими СР;

— высокая пропускная способность радиоканалов спутниковой связи и возможность передачи по ним больших объемов информации;

— возможность обеспечения связью труднодоступных и удаленных районов при практической независимости стоимости спутникового канала от расстояния между абонентами.

Использование СР является развитием принципа радиорелейной связи с тем отличием, что ретрансляционная станция находится в космосе. Тем самым обеспечиваются охват зоной прямой радиовидимости СР значительных территорий земной поверхности, большая дальность и глобальные масштабы спутниковой связи. Один СР, находясь на высоте до нескольких десятков тысяч километров над поверхностью Земли, может обес-

печить прямую ретрансляцию сигналов между пунктами, удаленными друг от друга на тысячи и десятки тысяч километров. А спутниковые системы связи, включающие несколько СР, позволяют решить проблему создания глобальных телекоммуникационных систем и сетей связи [1–3].

Высокая пропускная способность радиоканалов спутниковой связи и возможность передачи по ним больших объемов информации обусловлены использованием в спутниковых системах связи «высокоинформативных» диапазонов — дециметрового и сантиметрового. Благодаря этому пропускная способность одного комплекта бортовой ретрансляционной аппаратуры (транспондера) СР соответствует передаче до сотен стандартных цифровых каналов (64 кбит/с). Основными частотными диапазонами систем спутниковой связи являются 1/2,5 ГГц (L-диапазон), 4/6 ГГц (С-диапазон), 11/14 ГГц (Ku-диапазон), 20/30 ГГц (Ka-диапазон), где первая цифра означает диапазон частот на передачу с Земли на СР, а вторая — диапазон частот на передачу со СР на Землю. Современные СР имеют до нескольких десятков транспондеров, среди которых могут быть транспондеры нескольких частотных диапазонов [1, 2]. В то же время использование частотных диапазонов спутниковой связи в наземных системах связи возможно только в радиорелейных линиях, что требует строительства большого числа ретрансляционных пунктов.

При обеспечении связью труднодоступных и удаленных районов спутниковая связь оказывается более дешевой, чем другие виды связи. В условиях России со столь обширной и протяженной территорией это имеет особенно важное значение. По оценкам специалистов, радиолинию связи через СР можно функционально приравнять к наземной радиорелейной линии протяженностью 7500 км [4]. При этом в системе спутниковой связи используются два наземных терминала и СР, а в радиорелейной линии связи ретрансляционные пункты располагаются через каждые 50–60 км. В результате даже при достаточно высокой стоимости спутниковых систем связи обслуживание ими районов нашей страны восточнее Урала оказывается по крайней мере в 3 раза дешевле, чем при использовании наземных радиорелейных линий связи, и в пределах территории, обслуживаемой одним СР, стоимость канала спутниковой связи практически не зависит от расстояния между терминалами.

Спутниковые системы связи различаются по назначению и орбитальному построению. По назначению можно выделить следующие основные классы систем спутниковой связи:

- системы многоканальной связи и передачи данных,
- системы радио- и телевизионного вещания,
- системы связи и передачи данных специального назначения,

— системы управления и связи с космическими аппаратами.

По орбитальному построению выделяют высокоорбитальные и низкоорбитальные системы спутниковой связи. Высокоорбитальные системы строятся на основе СР на геостационарной (круговая экваториальная орбита с высотой 35 875 км) и высокоэллиптических (вытянутые эллиптические орбиты с высотой около 40 000 км в апогее и около 500 км в перигее и наклонением 63°) орбитах. Низкоорбитальные системы строятся на основе СР на круговых орбитах высотой 500–2000 км с различными наклонениями (преобладают околополярные орбиты). В последние годы активно обсуждается вопрос о создании среднеорбитальных систем на основе СР на орбитах высотой около 10 000 км как компромисса между высокоорбитальными и низкоорбитальными системами, однако пока такие системы находятся в стадии разработки [2, 5].

Высокоорбитальные системы являются наиболее распространенными и в полной мере реализуют достоинства спутниковой связи по глобальному охвату земной поверхности зонами обслуживания. Зона обслуживания одного геостационарного СР составляет около трети земной поверхности с центром на экваторе под так называемой точкой стояния СР, однако в приполярных областях связь через геостационарные СР затруднена или невозможна. Размер зоны обслуживания СР на «вытянутой» части высокоэллиптической орбиты также составляет до трети земной поверхности, при этом зона обслуживания вся находится в Северном полушарии и охватывает приполярные области. Продолжительность интервала времени, на котором возможна связь наземных пунктов через один СР на высокоэллиптической орбите, составляет 6–8 ч, после чего необходимо переключаться с «заходящего» СР на «восходящий».

На основе высокоорбитальных СР строятся системы многоканальной связи и передачи данных, системы радио- и телевизионного вещания, а также системы управления и связи с космическими аппаратами (командно-ретрансляционные системы) [1, 6]. Для связи через высокоорбитальные СР в большинстве случаев используются специальные станции спутниковой связи. С увеличением пропускной способности СР и числа транспондеров на каждом СР происходит интеграция спутниковых систем многоканальной связи и вещания. Современные высокоорбитальные СР позволяют предоставлять абонентам пакет мультисервисных услуг: цифровое телевизионное вещание, телефония, видеоконференцсвязь, передача данных, доступ к сети Интернет, создание корпоративных сетей связи. Пропускную способность таких СР принято характеризовать числом эквивалентных транспондеров с полосой пропускания 36 МГц.

Низкоорбитальные системы спутниковой связи длительное время развивались как системы связи и передачи данных специального назначения.

В таких системах пропускная способность радиоканалов невелика (стандартный цифровой канал), непосредственная ретрансляция сообщений возможна только для абонентов, находящихся в пределах географического района на расстоянии до 5000 км, охватываемого зоной радиовидимости СР, а для связи с абонентами, находящимися на больших расстояниях, используется ретрансляция с переносом (электронная почта). Основное достоинство низкоорбитальных систем по сравнению с высокоорбитальными — малая протяженность радиоканалов, что позволяет использовать маломощную и малогабаритную терминальную и ретрансляционную аппаратуру. Другим достоинством таких систем является относительно низкая стоимость самого СР и его вывода на орбиту.

В последние годы повышенный интерес проявляется к низкоорбитальным многоспутниковым системам связи и командно-ретрансляционным системам, включающим до нескольких десятков СР [2, 7]. В них сочетаются достоинство малой протяженности радиоканалов связи через СР с возможностью глобального охвата земной поверхности и околоземного космического пространства зонами обслуживания СР, объединенными в сетевую структуру межспутниковыми радиоканалами. В таких системах абонентам предоставляются услуги телефонной связи и передачи данных и впервые был провозглашен принцип персональной спутниковой связи, поскольку абонентские терминалы для связи через низкоорбитальные СР приближаются по размерам к обычной телефонной трубке. К реализации этого же принципа или, по крайней мере, к наибольшему «приближению» абонента к спутниковому каналу стремятся сегодня и разработчики систем спутниковой связи на основе высокоорбитальных СР. Этот процесс получил название «демократизации» услуг спутниковой связи.

Службы и операторы спутниковой связи

Все системы спутниковой связи принято делить на три службы: фиксированной связи, подвижной связи и спутникового вещания [1, 3]. Обслуживание абонентов осуществляется службами фиксированной и подвижной связи, при этом современные тенденции развития спутниковой связи способствуют сближению и интеграции всех трех служб. Развитие технологий интерактивной спутниковой связи приводит к объединению понятий вещания и связи в мультисервисных спутниковых сетях, а появление портативной мобильной абонентской аппаратуры приводит к стиранию границ между фиксированной и подвижной службами связи.

Фиксированная спутниковая связь (ФСС) подразумевает организацию связи с использованием терминалов (земных станций), которые устанавливаются в определенном месте и имеют постоянную географическую привязку. Сети ФСС строятся

на основе высокоорбитальных СР, и их можно разделить на две группы: магистральные сети и сети, созданные на базе VSAT-технологий (VSAT — Very Small Aperture Terminal).

Магистральная связь является первичной задачей ФСС, с решением которой было связано начало развития спутниковой связи [1, 4]. При использовании систем спутниковой связи для организации магистральных линий по спутниковым каналам осуществляется двусторонняя передача интегрированных потоков информации с последующим ее распределением по наземным сетям, при этом абоненты не получают непосредственного доступа к спутниковым каналам.

VSAT-технологии предполагают использование наземных малогабаритных терминалов спутниковой связи для предоставления абонентам в некоторой зоне обслуживания услуг телефонии, передачи данных и доступа в Интернет [1]. Станции VSAT предназначены для создания наземных сетей связи, где группы абонентов, хотя и не имеют непосредственного доступа к спутниковому каналу, работают через «свою» станцию VSAT, которая решает, таким образом, проблему «последней мили» для персональной спутниковой связи.

Подвижная спутниковая связь (ПСС) подразумевает предоставление услуг связи мобильным объектам, оборудованным терминалами спутниковой связи, в том числе непосредственно конечным абонентам. В качестве дополнительной услуги во всех системах ПСС, как правило, предполагается возможность определения географических координат абонента [8, 9]. В сетях ПСС на основе высокоорбитальных СР услуги связи и передачи данных предоставляются либо непосредственно через мобильные терминалы спутниковой связи, либо через сеть станций, обеспечивающих доступ к спутниковым каналам абонентам в некотором регионе. В сетях ПСС на основе низкоорбитальных СР услуги связи и передачи данных предоставляются непосредственно абонентам с помощью портативной терминальной аппаратуры типа радиотелефона.

Первоначально технология персональной спутниковой связи с помощью абонентского терминала типа радиотелефона была реализована в низкоорбитальных системах спутниковой связи, но не имела коммерческого успеха. В дальнейшем достижения в области разработки элементной базы для наземной и бортовой аппаратуры спутниковой связи позволили реализовать персональную связь абонентов с помощью портативных радиотелефонов через геостационарный СР. В результате системы спутниковой связи стали реально конкурировать с наземными сотовыми системами связи.

Зарубежные спутниковые системы связи с самого начала своего существования развивались на коммерческой основе и предоставляли свои услуги через операторов спутниковой связи. Зарубежный рынок спутниковой связи представлен круп-

ными международными системами связи, зонами обслуживания которых перекрываются практически все регионы земного шара, и системами спутниковой связи отдельных стран. Отечественные системы спутниковой связи первоначально развивались как государственные системы, их переход на коммерческую основу произошел в 90-х годах. Благодаря этому переходу, а также возможности точного учета предоставляемых услуг российские системы спутниковой связи в последние годы динамично развивались — сохранилась их орбитальная группировка, в настоящее время осуществляется переход на СР нового поколения. Для сравнения: российская глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС поддерживается в настоящее время в 50-процентном составе, и для ее восстановления принята Федеральная целевая программа.

Российские операторы спутниковой связи имеют достаточно стабильные позиции на рынке ФСС, где услуги связи предоставляют ФГУП «Космическая связь» и ОАО «Газком». ФГУП «Космическая связь» обладает самой крупной в России орбитальной группировкой, включающей более десятка геостационарных СР типа «Горизонт» и «Экспресс». Система получает государственную поддержку и частично финансируется из госбюджета. ОАО «Газком» обладает в настоящее время системой спутниковой связи, состоящей из трех геостационарных СР типа «Ямал». Развитие системы осуществляется по принципу проектного финансирования с привлечением внебюджетных инвестиций газовой отрасли.

В настоящее время российскими операторами ФСС осуществляется переход к использованию СР нового поколения, обеспечивающих предоставление абонентам кроме многоканальной телефонии современных услуг связи: передачу данных, скоростной доступ в Интернет, создание наземных сетей VSAT. Такими СР нового поколения являются СР «Экспресс-АМ22» и «Ямал-202», имеющие пропускную способность в 36 эквивалентных транспондеров и срок службы 12 лет. СР оборудованы фиксированными и перенацеливаемыми антеннами, обеспечивающими устойчивое покрытие зон обслуживания и их расширение с учетом пожеланий заказчиков [5].

Услуги ПСС в России предоставляет ЗАО «Гонец», являющееся оператором низкоорбитальной системы спутниковой связи, использующей СР «Гонец» на круговых орбитах высотой 1000 км. Система имеет глобальную зону обслуживания и предназначена для ретрансляции сообщений (в пределах одной зоны обслуживания) и передачи данных в пакетном режиме в режиме электронной почты (за пределы зоны обслуживания). В настоящее время планируется расширение состава орбитальной группировки системы «Гонец» с 6 до 12 СР. Уступая зарубежным низкоорбитальным системам по набору услуг связи, система «Гонец»

успешно функционирует, занимая свой сектор обслуживания среди российских телекоммуникационных систем [2].

Среди крупных зарубежных операторов ФСС отметим международное акционерное общество Intelsat и европейскую компанию Eutelsat. В организацию крупнейшего мирового оператора спутниковой связи Intelsat входят в настоящее время более 140 стран, а еще более 50 стран пользуются ее услугами. В системе используются геостационарные СР «Intelsat», на основе которых многими странами строятся национальные сети связи и вещания. СР серии «Intelsat» имеют пропускную способность до 94 эквивалентных транспондеров, срок службы до 13 лет, глобальные, фиксированные и перенацеливаемые антенны. В организацию Eutelsat входят 47 стран. В системе используются геостационарные СР «Eutelsat» и «SeSat», имеющие пропускную способность в 16–24 эквивалентных транспондеров, срок службы до 12 лет, фиксированные и перенацеливаемые антенны. Кроме того, Eutelsat арендует каналы СР ряда европейских стран. Один из СР «Eutelsat» используется ФГУП «Космическая связь» в российской национальной вещательной сети.

Особенно интенсивно развиваются в последние годы зарубежные системы ПСС. Предоставление услуг персональной спутниковой связи предусматривается в четырех развернутых системах ПСС: Inmarsat, Iridium, Globalstar, Thuraya. Все эти системы ориентированы на предоставление услуг связи с непосредственным доступом абонента к спутниковому каналу [5, 8].

Международная организация Inmarsat была первым оператором мобильной спутниковой связи в мире. Геостационарные СР «Inmarsat» обеспечивают работу системы спутниковой связи для подвижных морских, воздушных и наземных служб. Абоненты получают доступ к спутниковым каналам с использованием специальных терминалов. Связь между абонентами и выход в сети общего пользования осуществляется через береговые (базовые) станции. В системе функционируют более 200 береговых станций, расположенных в различных регионах мира [8]. Предусмотрено несколько стандартов спутниковой связи в режимах телефонии, телеграфии и передачи данных. Вхождение в связь осуществляется полностью в автоматическом режиме.

Системы Iridium и Globalstar относятся к многоспутниковым сетевым низкоорбитальным системам связи. Обе системы были развернуты в полном составе и введены в конце 90-х годов в эксплуатацию, которая высветила проблемы рентабельности таких систем, поскольку скорость передачи информации в них не превышает десятка килобит в секунду, а стоимость услуг связи высока по сравнению с тарифами наземных сотовых систем связи. В настоящее время в коммерческой эксплуатации остается система Globalstar, система Iridium

передана Министерству обороны США и используется как система двойного (специального и коммерческого) назначения.

Система Iridium состоит из 66 СР, находящихся на круговых орбитах высотой 780 км и связанных между собой межспутниковыми каналами. В любой точке на поверхности Земли система предоставляет услуги персональной телефонной связи. Абоненты имеют непосредственный доступ к спутниковому каналу с помощью терминала типа телефонной трубки. Система Globalstar состоит из 48 СР, находящихся на круговых орбитах высотой 1400 км. Система предоставляет услуги телефонной связи и передачи данных и охватывает зоной обслуживания практически все населенные регионы мира. Абоненты получают доступ к спутниковым каналам через одну из станций сопряжения. Предусмотрено использование стационарных, мобильных и персональных абонентских терминалов.

Наконец, самой современной системой персональной связи является система Thuraya. Система построена на основе геостационарных СР «Thuraya», связь через которые осуществляется с помощью портативных абонентских терминалов. В системе обеспечивается поддержка всех видов связи, используемых в наземных системах сотовой связи, а также предусмотрено сопряжение с сотовым стандартом GSM с его адаптацией для спутниковой технологии. В настоящее время на орбите работают 2 СР «Thuraya». Спутниковые каналы системы Thuraya арендует система Inmarsat для предоставления услуг связи в региональных сетях, сопрягаемых с наземными сотовыми сетями. Начало эксплуатации системы Thuraya знаменует начало слияния сотовых и спутниковых сетей связи. Это становится возможным благодаря использованию высокотехнологичного наземного и бортового оборудования. Энергетический потенциал транспондера СР «Thuraya» обеспечивает возможность вхождения с ним в связь с помощью спутникового радиотелефона, при этом сигнальный процессор СР поддерживает до нескольких десятков тысяч телефонных линий связи. Спутниковый радиотелефон системы Thuraya соединяет в себе абонентский терминал спутниковой связи, сотовый телефон стандарта GSM-900 и навигационный GPS-приемник.

Наличие десятков транспондеров с управляемых сигнальными процессорами и использование узконаправленных перенацеливаемых антенн даже при реализации в коммутируемых каналах «прозрачной» ретрансляции делает геостационарные СР нового поколения космическими узлами связи глобальных сетевых телекоммуникационных систем. Что же касается низкоорбитальных спутниковых систем связи, то они изначально были ориентированы на реализацию сетевых технологий. Многоспутниковый сетевой принцип построения низкоорбитальных систем спутниковой связи в виде сетевой структуры, состоящей из не-

скольких десятков СР, является единственно возможным при характерных для них малых зонах обслуживания каждого СР и находит свое выражение в формулировке «все или ничего».

Сетевые технологии современных систем спутниковой связи

Можно выделить два основных направления развития сетевых технологий спутниковой связи: во-первых, интеграция систем спутниковой связи с наземными сетями связи и передачи данных, во-вторых, организация связи по спутниковым каналам с использованием сетевых технологий. В качестве основных сетевых технологий современных систем спутниковой связи, «приближающих» абонентов к спутниковым каналам и услугам спутниковой связи, рассмотрим:

- VSAT-технологии;
- технологии непосредственного доступа абонентов к СР;
- технологии интерактивного спутникового доступа к Интернету;
- сетевые технологии низкоорбитальных спутниковых систем связи.

Первые три направления соответствуют использованию в системах спутниковой связи сетевых технологий передачи данных в части, обеспечивающей сопряжение спутниковых каналов с наземными сетями связи. Четвертое направление связано с построением всей системы спутниковой связи с использованием сетевых технологий.

Использование VSAT-технологий признается сегодня одним из наиболее выгодных с экономической точки зрения решений в области предоставления услуг связи конечному абоненту и доступа к глобальным и локальным информационным ресурсам. Абонентами станций VSAT могут быть как небольшие группы абонентов, «привязанные» к отдельной станции, так и крупные организации, эксплуатирующие сети станций VSAT. В России развитие технологий VSAT связано с появлением отечественных СР нового поколения типа «Экспресс» и «Ямал» с высокими пропускной способностью и энергетическим потенциалом, а также с созданием отечественных наземных станций VSAT, позволяющих решать широкий круг задач связи и вещания (телефония, передача данных, организация спутниковых каналов связи, в том числе для доступа в Интернет, создание наземных телекоммуникационных сетей). Станции VSAT имеют антенные системы диаметром 1–2 м и обеспечивают скорости обмена данными через СР от 2 до 50 Мбит/с на прием и от 64 кбит/с до 2 Мбит/с на передачу. При использовании в составе сети эти скорости характеризуют станции VSAT как сетевые маршрутизаторы с поддержкой стека IP-протоколов.

В современных станциях VSAT обеспечивается возможность создания асимметричных каналов, необходимых, например, для организации эффективного доступа в Интернет и позволяющих опти-

мальным образом использовать частотный ресурс СР при изменяющейся интенсивности трафика. Другим перспективным направлением развития станций VSAT является использование в них технологии SkyFrame для сопряжения с наземными сетями FrameRelay. Это позволяет реализовать протоколы совместной передачи голоса и данных в соответствии с установленными приоритетами.

Если VSAT-технологии лишь «приближают» конечного абонента к спутниковому каналу, то технологии непосредственного доступа к СР напрямую предоставляют абонентам услуги персональной спутниковой связи. Основными областями применения систем персональной спутниковой связи с непосредственным доступом абонентов к СР являются: обеспечение связью удаленных регионов с неразвитой телекоммуникационной инфраструктурой; контроль состояния и местоположения подвижных средств; промышленный, экологический и научный мониторинг. Персональная спутниковая связь незаменима при оказании услуг экстренной помощи, позволяющих определить местонахождение и состояние мобильных абонентов в чрезвычайных обстоятельствах и в тех случаях, когда этого требует ситуация.

Возможности современных систем персональной спутниковой связи позволяют осуществить быструю телефонизацию и информатизацию всех видов транспорта, а также удаленных населенных пунктов, которые не входят в зоны покрытия наземных сотовых сетей связи. Операторами систем подвижной спутниковой связи предлагается несколько систем мониторинга подвижных объектов с использованием спутниковых радиотелефонов, совмещенных с навигационными приемниками GPS/ГЛОНАСС. Функционирование систем мониторинга с предоставлением услуг диспетчерской связи, телефонии и передачи формализованных сообщений позволяет существенно повысить надежность, безопасность и управляемость транспортных средств.

Ни одно из направлений развития телекоммуникаций не развивается сегодня так стремительно, как технологии доступа к информационным ресурсам Интернета. Роль спутниковой связи не ограничивается простым использованием спутниковых каналов для передачи информации из опорной сети пользователям. Доступ в Интернет по спутниковому каналу выгоден конечному абоненту, поскольку при этом он получает доступ к первичному провайдеру и, следовательно, плата за предоставляемую информацию будет минимальна, а соединение — качественным и надежным.

Для доступа абонентов к информационным ресурсам Интернета по спутниковым каналам в настоящее время в мире интенсивно развиваются так называемые интерактивные сети спутникового доступа. Они строятся, в основном, на базе станций VSAT, удовлетворяющих специальным системным и техническим требованиям DVB-RCS по

поддержанию асимметричных дуплексных спутниковых каналов (для передачи характерного для доступа в Интернет несимметричного трафика) и приема цифрового спутникового вещания в стандарте DVB-S. Анализ экономической эффективности систем интерактивного спутникового доступа показывает, что при наличии соответствующего оборудования интерактивный доступ в Интернет по спутниковым каналам для конечного абонента более выгоден, чем работа по коммутируемой наземной телефонной сети связи, но уступает работе по выделенной линии связи.

Известным препятствием для развития сетей VSAT и интерактивных сетей спутникового доступа в настоящее время является сложность существующих правил оформления разрешительных документов на эксплуатацию приемопередающих спутниковых терминалов. Зарубежный опыт показывает возможность упрощения процедуры регистрации спутниковых терминалов и дифференцирования стоимости оборудования и предоставляемых услуг для различных абонентов (пользователей) в интересах массового использования и развития новых технологий.

Низкоорбитальные системы спутниковой связи рассматриваются в настоящее время как важное дополнение к существующим системам спутниковой связи с высокоорбитальными СР. Применение низкоорбитальных СР позволяет обеспечить спутниковой связью удаленные регионы, обеспечить непосредственный доступ абонентов к спутниковым каналам и использовать в процессе информационного обмена через СР новые технологии связи и передачи данных (пакетный режим передачи, электронная почта, обработка информации в бортовой ретрансляционной аппаратуре).

В низкоорбитальных многоспутниковых системах связи, включающих до нескольких десятков СР, связанных межспутниковыми радиоканалами, сетевые информационные технологии являются основой организации связи в самой системе, представляющей собой спутниковую радиосеть. Низкоорбитальные СР представляют собой узлы коммутации и маршрутизации информационных потоков и сообщений и реализуют более сложный по сравнению с «прозрачной» ретрансляцией, используемой на высокоорбитальных СР, режим ретрансляции с обработкой информации [10]. При этом отличительной особенностью низкоорбитальных сетевых систем спутниковой связи является динамическое изменение топологии сети, что приводит к появлению при проектировании таких систем ряда новых проблем — обеспечения связности и поддержания альманаха сети, выбора алгоритмов маршрутизации сообщений, аутентификации абонентов и других. Потому по сравнению с наземными радиосетями низкоорбитальные сетевые спутниковые системы характеризуются более сложными алгоритмами управления информационными потоками и маршрутизации сообщений.

В общем случае сетевые технологии информационного обмена между абонентами реализуются в низкоорбитальных системах спутниковой связи с использованием различных вариантов ретрансляции сообщений [2, 7]:

- с непосредственной ретрансляцией;
- с переносом информации (режим электронной почты);
- с космическим сегментом ретрансляции (по межспутниковым каналам);
- с наземным сегментом ретрансляции (через промежуточную земную станцию).

Портативные (носимые) абонентские терминалы низкоорбитальной спутниковой связи представляют собой компактные и легкие устройства со слабонаправленными антеннами, позволяющими при установке их на транспортных средствах вести связь в движении. Обслуживаемые терминалы типа малогабаритных радиомодемов обеспечивают пакетную передачу данных и дуплексную речевую связь. Необслуживаемые терминалы обеспечивают автоматическую передачу данных и предназначены для автономной работы в системах мониторинга и сбора различных видов информации. Одновременно абонентские терминалы сопрягаются с наземными сетями связи и с ПЭВМ и поддерживают используемые в них протоколы обмена информацией. Растущие информационные потребности общества в недалеком будущем, несомненно, приведут к увеличению числа потенциальных абонентов (потребителей) систем персональной спутниковой связи на основе низкоорбитальных СР.

Заключение

Развитие систем спутниковой связи отвечает современным потребностям в услугах телекоммуникационных систем общества в целом, отдельных ведомств (организаций) и конечных абонентов. Однако рынок связи спутниковые системы сегодня завоевывают в острой конкурентной борьбе с наземными системами: системы ФСС — с высокоскоростными волоконно-оптическими линиями связи, а системы ПСС — с системами сотовой радиосвязи. Поэтому внедрение в системы спутниковой связи новых сетевых информационных технологий связано не только с техническим прогрессом, но и с конкурентной борьбой за конечного абонента.

Одновременно расширяются потребности в использовании спутниковых каналов для решения

специальных задач — передачи сигналов управления в распределенных системах, сбора и передачи данных дистанционного зондирования Земли, оказания телематических услуг и мониторинга экологических процессов. При этом для большинства перспективных направлений использования спутниковых каналов ставится задача непосредственного доступа к ним с помощью обслуживаемых и необслуживаемых абонентских терминалов. Дополнительный импульс развитию спутниковой связи в России придает принятие Федерального закона «О связи», определяющего базовые услуги связи, которыми должны быть обеспечены все удаленные, труднодоступные и малонаселенные пункты, в том числе с использованием рассмотренных технологий, «приближающих» каналы спутниковой связи к конечному абоненту.

Литература

1. Спутниковая связь и вещание: Справочник / В. А. Бартечев, Г. В. Болотов, В. Л. Быков и др.; Под ред. Л. Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1997. 528 с.
2. Невдяев Л. М., Смирнов А. А. Персональная спутниковая связь. М.: Эко-Трендз, 1998. 216 с.
3. Аболиц А. И. Системы спутниковой связи. Основы структурно-параметрической теории и эффективность / ИТИС. М., 2004. 426 с.
4. Авдучевский В. С., Успенский Г. Р. Народнохозяйственные и научные космические комплексы. М.: Машиностроение, 1985. 416 с.
5. Андрианов В. И., Соколов А. В. Средства мобильной связи. СПб.: ВHV-Санкт-Петербург, 2001. 256 с.
6. Кравец В. Г. Автоматизированные системы управления космическими полетами. М.: Машиностроение, 1995. 256 с.
7. Галантерник Ю. М., Гориш А. В., Калинин А. Ф. Командно-измерительные системы и наземные комплексы управления космическими аппаратами / МГУЛ. М., 2003. 200 с.
8. Цифровые терминалы спутниковых систем связи: Справ. издание / А. А. Ильин, А. Н. Маринич, А. В. Припотнюк, Ю. М. Устинов. СПб.: Деан. 192 с.
9. Смирнов Д. А., Худяков Г. И., Шипалов М. М. Телекоммуникационные сети и информационно-управляющие системы: Словарь-справочник / СПбГУТ. СПб., 2001. 208 с.
10. Управление информационными потоками в спутниковых радиосетях / Н. А. Важенин, Ю. М. Галантерник, В. М. Тамаркин, Д. В. Усков; МАИ. М., 1993. 48 с.