

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

*"Не забывай делать невозможное,
чтобы достигнуть возможного".*

Антон Рубинштейн

Общая ситуация

Мысли об использовании космических аппаратов для ретрансляции информации между удаленными объектами на земной поверхности возникли задолго до запуска первого спутника Земли. И первыми были писатели-фантасты. В частности, Артур Кларк еще в 40-х годах предложил выводить спутники связи на геостационарную орбиту в плоскости земного экватора на высоте 35800 км. Такой спутник делает один оборот вокруг Земли примерно за 24 часа, что совпадает с угловой скоростью вращения планеты. То есть спутник так и "висит" над одной и той же точкой экватора, что позволяет использовать при работе через него направленную антенну. А уж когда эти мысли были подкреплены запуском первого спутника, в спутниковой связи начался настоящий бум в области новых средств связи, который продолжается вот уже 50 лет.

Космическое пространство огромно, но это не в такой степени оптимально для развития систем спутниковой связи, как может показаться на первый взгляд. Все дело в дефиците радиочастот, в энергетике радиолиний (чем выше орбита, тем большие трудности нас подстерегают) и в различных орбитальных ограничениях (опять же, чем выше, тем дороже техника выведения на орбиту). Следует учитывать и то, что все места для геостационарных космических аппаратов над экватором уже поделены, а многие из них и заняты.

Первый надувной шар-ретранслятор с металлическим наполнением диаметром 30 м под названием "Echo" был запущен в США в 1960 г. В 1961 г. Юрий Гагарин первым освоил КВ и УКВ радиосвязь на линиях космос—Земля и Земля—космос. В 1963 г. в рамках проекта Westford BBC США запустили миллион иголок-диполей, которые должны были образовывать на орбите тороидальный объект, отражающий радиоволны. Однако пассивные ретрансляторы оказались неэффективными даже на низких орбитах. Зато запущенный американцами в 1962 г. активный спутник-ретранслятор "Telstar" блестяще реализовал идеи А. Кларка и смог обеспечить передачу одной ТВ программы или телефонную связь по 60 каналам между США и

Великобританией. Первый геостационарный спутник связи "Syncom-3" (США) появился в 1964 г. В 1965 г. был выведен на высокоорбитальную позицию советский спутник "Молния-1". И началось...

Если говорить о современных услугах связи, которые доступны благодаря спутниковым системам с учетом перспективы, то это абсолютно весь функционал, к которому мы привыкли на Земле, т. е. от услуг телерадиовещания и телефонии до доступа в Интернет и мобильной связи. Вот почему на мировом рынке продолжается жесткая конкурентная борьба за лидерство в создании перспективных спутниковых систем, за опережающее освоение и эффективное использование орбитально-частотного ресурса, за предоставление наиболее качественных услуг. Сегодня важнейшими глобальными факторами развития систем спутниковой связи и вещания (СССВ) становятся развитие Интернета и персонализация связи, которые за последние 10—15 лет кардинальным образом изменили концепцию развития всей отрасли, о чем мы говорили в прошлый раз.

Развитие интернет-технологий и широкополосного доступа может косвенно повлиять на развитие различных программ спутникового вещания. В частности, во время недавнего выступления исполнительного директора компании Google Эрика Шмидта на конференции Gartner в США было заявлено, что через несколько лет средняя скорость доступа к Сети будет превышать 100 Мбит/с (именно такой национальный проект недавно стартовал в США) и благодаря этому различия между телевидением, радио и Интернетом исчезнут. Это означает, что благодаря развитию, прежде всего, наземных сетей связи значительная часть населения планеты будет охвачена соответствующим широкополосным доступом и сопутствующим всесторонним сервисом без привлечения СССР. Таким образом, конкурентоспособность существующих СССР в районах планеты, плотно охваченных современными кабельными сетями связи, будет иметь серьезные риски.

Тем не менее СССР продолжают активно развиваться и в других направлениях. Одна из приоритетных

задач разработчиков — удешевление спутниковой емкости в Ku/Ka диапазонах ФСС (фиксированной спутниковой службы), используемой для обеспечения работы сетей земных станций спутниковой связи, в том числе малогабаритных спутниковых терминалов VSAT. В частности, с этой целью операторы вводят в действие самые современные, не имеющие мировых аналогов спутники связи большой емкости для предоставления услуг широкополосного доступа (к примеру, в Азиатско-Тихоокеанском регионе: "IPStar", "Thaicom-4").

Отдельные страны (Индия) планируют создание спутников с комбинированной полезной нагрузкой (например, связь и метеорологическая служба наблюдения) с целью минимизации затрат на их разработку, создание и эксплуатацию.

В ряде стран планируют применять спутники в рамках социально значимых региональных спутниковых программ для организации интерактивного дистанционного образования (IDL), обеспечения безопасности потребителей на суше и на море (охрана объектов недвижимости, частных домовладений и наблюдение за морскими судами) и решения задач по обеспечению анти-террористической деятельности.

А теперь остановимся на небольшой части перспективных проектов СССР.

Связь для авиапассажиров

Собственно, об этом во всем мире говорили давно, но как-то все не складывалось. Например, в спинках кресел американских самолетов уже в 90-х годах были встроены спутниковые телефоны, по которым можно было позвонить за какие-то 5...7 долл. в минуту. Но когда у каждого авиапассажира оказался сотовый телефон, а у каждого десятого — ноутбук, ситуация дозрела. В том числе и в России. Поэтому уже с 1 июня пассажиры Аэрофлота смогут пользоваться мобильным доступом в Интернет и отправлять mms- и sms-сообщения. Правда, говорить по телефону по-прежнему пока можно только на рейсах зарубежных компаний.

С этой целью компания Мегафон установит базовые станции на четырех из 115 самолетов Аэрофлота А320 и А330, задействованных на протяженных маршрутах. А если точнее, один самолет будет переоборудован к июню, а три остальных — к ноябрю. Чтобы исключить возможные помехи при взлете и посадке, GSM-оборудование будет включаться лишь на высоте более 3000 м. Технические партнеры могут оказывать и услуги голосовой связи, но решение о ее внедрении может быть принято не раньше конца 2010 г., когда завершится пилотный проект. И, что интересно, причина — отнюдь не техника, а пассажиры, которые, как показал опрос, против этой услуги.

Тарифы на мобильную связь на борту еще не разработаны, но предполагается, что пассажиры будут платить по 200 руб. за 1 Мб и по 10 руб. за каждое sms-сообщение. Это немало, но у

партнеров крупнейшего в мире оператора связи в самолетах OnAir тарифы также сопоставимы со стоимостью международного роуминга: 0,5 долл. (15 руб.) — за sms и 5—7,5 долл. (150—225 руб.) — за Интернет (чаты и почта).

Договор Мегафона и Аэрофлота не эксклюзивный, и в дальнейшем партнеры могут привлечь и других участников, говорят их представители. К тому же связью во время полета смогут пользоваться абоненты не только Мегафона, но и других российских и иностранных сотовых операторов, с которыми есть роуминговые соглашения. Но базовые станции в самолете — это далеко не все, поскольку их еще нужно подключить к наземным сетям мобильной связи. Вот тут и нужны СССР.

"ArcLight"

Компания Syrus Systems выводит на российский рынок перспективную систему широкополосной мобильной спутниковой связи "ArcLight" фирмы ViaSat, специально разработанную для обслуживания пассажиров разнообразных воздушных, наземных и морских транспортных средств. Эту систему "ArcLight" уже более четырех лет успешно используют для коммерческого предоставления коммуникационных и вещательных услуг в других регионах планеты, она лицензирована в более чем 30 странах мира, еще в 30 странах процесс близок к завершению. Глобальное лицензирование системы "ArcLight" предполагается в конце 2010 г. С ее помощью уже предоставляются услуги широкополосной мобильной связи в Северной Америке, Северной Атлантике, северной части Тихого океана, Европе, Австралии, Африке, Японии, Карибском регионе и на Ближнем Востоке. На базе системы "ArcLight" реализованы популярные мобильные сервисы "Yonder" фирмы ViaSat, "mini-VSAT" компании KVN Industries и "SKYLink" фирмы ARINC Direct. Эти сервисы доступны на борту более 100 бизнес-самолетов "Гольфстрим" и самолетов других типов, а также на борту более 500 морских судов — ежемесячно компания поставляет около 40 терминалов морского базирования. Успешно прошли испытания системы "ArcLight" на высокоскоростных поездах "TGV" французской железнодорожной компании SNCF — в Европе ею уже оснащены 57 поездов. Помимо коммерческих сервис-провайдеров, систему "ArcLight" эксплуатируют силовые структуры США и другие организации. Находясь на борту транспортного средства, подключенного к сети на базе системы "ArcLight", пассажиры могут инициировать и принимать звонки с помощью мобильных телефонов, просматривать web-сайты, отправлять и принимать электронную почту в реальном масштабе времени, обращаться к информационным ресурсам своих компаний по безопасным VPN-соединениям, проводить видеоконференции. Для этого мобильные телефоны должны поддерживать технологию GAN или UMA (Generic Access Network

или Unlicensed Mobile Access), что означает одно и то же — возможность работы в нелицензируемых диапазонах частот, выделенных во всем мире, к примеру, для Wi-Fi или Bluetooth.

Сеть на базе "ArcLight" имеет топологию типа "звезда" и состоит из центральной станции (хаб) и многочисленных мобильных терминалов компании ViaSat (ViaSat Mobile Terminals — VMT), в которых имеются мобильные широкополосные маршрутизаторы ViaSat (ViaSat Mobile Broadband Routers — VMBR). Передающие и приемное оборудование в хабе "ArcLight" используют целый набор самых современных технологий ViaSat. К ним относятся повышающая эффективность работы прямого канала, технология адаптивного кодирования, расширения спектра и модуляции сигнала (Adaptive Coding, Spreading and Modulation — ACSM), а также технологии Code Reuse Multiple Access (CRMA) и Asymmetric Paired Carrier Multiple Access (A-PCMA).

Используя технологию ACSM, хаб передает сигнал по прямому каналу пропускной способностью от 500 кбит/с до 90 Мбит/с терминалам VMT, от которых (по обратным каналам) принимает CRMA-сигналы и демодулирует их с помощью многоканального коррелятора-демодулятора (MCD). В хабе находится система сетевого управления (NMS) с функциями биллинга, а также он имеет средства подключения к Интернету и/или корпоративным сетям. Изменяя метод кодирования и схему модуляции передаваемого по прямому каналу сигнала, а также расширяя или не расширяя его спектр, технология ACSM обеспечивает максимально возможную скорость приема данных мобильными терминалами.

Терминал VMT, снабженный самонаводящейся антенной с размерами от 20 см до более 1 м, принимает сигнал прямого канала от хаба, передает последнему CRMA-сигнал обратного канала и через свой порт Ethernet поддерживает высокоскоростной обмен IP-данными с локальной сетью на борту транспортного средства. К этой сети (как правило, по технологии Wi-Fi) подключаются абонентские устройства. Динамически изменяемая скорость передачи данных по обратному каналу — от 32 кбит/с до 1024 кбит/с. Наряду с NMS, которая предоставляет оператору функции управления сетью, в хабе используется NMS реального времени (RtNMS), управляющая параметрами работы терминалов и загрузки сети (Congestion Control). И, наконец, запатентованным компонентом хаба системы "ArcLight" является PCMA-компонентатор сигнала хаба (PCMANC), реализующий технологию A-PCMA.

Поскольку во всем мире не хватает спутникового ресурса (по данным аналитиков), спрос на него на 20—30 % превышает его доступность на всех космических аппаратах и не снижается несмотря на кризис — использование технологии A-PCMA дает значительную экономию спутникового ресурса (почти в два раза). Она позволяет передавать сигналы прямого и обратных каналов в одной и той же полосе частот одновре-

менно. При приеме мощного сигнала прямого канала мобильным терминалом низкочастотные помехи от CRMA-сигналов не влияют на его (терминала) работу. Совсем другая ситуация в хабе, где принимаемые CRMA-сигналы оказываются "погребенными" под мощным сигналом прямого канала. Устройство PCMANC подавляет этот сигнал минимум на 25 дБ, вычитая его задержанную версию из комбинарованного принятого сигнала (прямой канал + обратные каналы CRMA), и тем самым обеспечивает достаточно высокое отношение сигнал/шум для успешной демодуляции CRMA-сигналов. Используемая в обратном канале технология CRMA представляет собой метод расширения спектра сигнала посредством прямой последовательности, похожий на распространяющуюся в сетях мобильной связи технологию CDMA.

Широкополосный VSAT

О сервисном потенциале спутникового широкополосного доступа на основе VSAT можно, прежде всего, судить по его использованию в системах двойного назначения. При этом сервисные потенциалы подобных систем для военных и бизнес-решений весьма схожи. В частности, сеть компании TS2 Satellite Technologies в Ираке и Афганистане включает более 15 тысяч военных пользователей локальных широкополосных спутниковых соединений. Сеть обеспечивает двусторонний скоростной доступ в Интернет и доступна практически в любом месте по приемлемой цене. Портативный компьютер или сеть WLAN может получать сигнал сети Интернет через специальный спутниковый модем VSAT, который обычно при развертывании устанавливается в здании или в палатке.

Для солдат, размещенных в странах, которые находятся в состоянии войны, одна точка доступа VSAT обеспечивает широкополосный доступ в Интернет, телефонные соединения, включая передачу голоса по IP-протоколу (VoIP), а также теле- и видеоконференции. Компания-оператор поставляет спутниковое оборудование специально для военного контингента США, офицеров по контрактам и подрядчиков Министерства обороны во многие пункты в Афганистане, Ираке и на Ближнем Востоке в течение максимум 5—7 дней.

Глобальная платформа O3b Networks

Компания O3b Networks представляет новую спутниковую, глобальную интернет-платформу для телекоммуникационных операторов и интернет-провайдеров, работающих на развивающихся рынках. Ожидается, что к концу 2010 г. платформа будет сочетать большой охват со скоростью и качеством опто-волоконной сети. Используя инвестиции и поддержку компаний Google Inc., Liberty Global Inc. и HSBC Principal Investments, решение O3b Networks предоставит операторам

недорогую, высокоскоростную альтернативу для построения опорных сетей для 3G, WiMAX и стационарных сетей. Применение данного решения позволит миллиардам потребителей и предприятий более чем в 150 странах использовать высокоскоростное подключение к Интернету. Головной офис компании O3b Networks находится в Сент-Джонсе, Джерси — Нормандские острова. Управление наземными системами и технические разработки осуществляются дочерней компанией (Энглвуд, штат Колорадо, США). Особенности предлагаемого решения являются:

- пропускная способность одного луча 1,2 Гбит/сек (10 лучей/спутник для взаимодействия с абонентами);
- задержка передачи пакета туда-обратно не более 135 мс;
- резервированная спутниковая группировка;
- значительное преимущество в стоимости услуги по сравнению с традиционными спутниковыми системами;
- управляемое качество сервиса с возможностью заключения соглашения об уровне качества обслуживания (SLA — Service Level Agreement).

Мобильное телевидение

В области мобильного ТВ намечается переход от стандарта DVB-SH к DVB-NGH (Next Generation Handheld Broadcasting). Разработчик — DVB Project. Ожидается, что стандарт будет принят ETSI в 2013 г. и составит конкуренцию по части скоростей передачи данных технологиям 4G, обеспечив мобильный прием как в наземных, так и в гибридных спутниковых сетях. Значительно расширит емкость сети по сравнению с предыдущими стандартами DVB.

Базируется на технологиях COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) и MIMO (Multiple Input Multiple Output). Еще будет иметь возможность гибко использовать множество полос спектра, а также обеспечит улучшенное качество мобильного приема в условиях многолучевости. Пилотные зоны планируют развернуть в 2015 г.

Развитие спутниковой мобильной связи

В мае 2009 г. Европейская Комиссия определила, что мобильные спутниковые услуги (MSS — Mobile Satellite Services) в Европе будут предоставлять Inmarsat и Solaris Mobile. Услуги предполагают доступ в Интернет, мобильное ТВ и радио, навигацию, услуги связи для экстренных ситуаций. Для их предоставления выделено 60 МГц радиоспектра в S-диапазоне (2 ГГц) — по 30 МГц каждой компании. Частоты выделены на 18 лет, в течение двух лет компании должны вернуть услуги, которые описали в заявке. S-диапазон находится совсем рядом с частотами, которые используются в сетях 3G, за право предоставления услуг в котором операторы платят большие деньги. Мобильная же

спутниковая связь предполагает пан-европейские услуги, поэтому выделение частот происходит по-другому — Европейская комиссия их выделила централизованно. Предполагается, что в результате мобильное ТВ и услуги Интернета в любой точке Европы станут, наконец, доступны — не говоря уже о связи в экстренных ситуациях, предоставлением которой озабочены все страны. Прием заявок на частоты был объявлен в августе 2008 г. Участвовали такие компании, как TerreStar, ICO, Thuraya и Ondas. Выбор происходил с помощью привлечения независимых экспертов и консультаций с правительственными кругами стран-участниц.

Программа компании Inmarsat называется EuropaSat и предполагает развитие телекоммуникационных услуг нового поколения — мультимедийных услуг и доступа в Интернет для частных лиц и компаний, за счет строительства гибридной спутниковой и наземной сети. В своем пресс-релизе Inmarsat заявил, что его услуги будут доступны на территории до Москвы, хотя в России S-диапазон для этих целей не выделяется.

Гибридная мобильная

Компания SkyTerra является крупным североамериканским разработчиком и поставщиком мобильных спутниковых услуг связи. Особенность ее спутникового решения — гибридная спутниковой и наземной (сотовой) сетей связи, что обеспечивает повсеместное и "бесшовное" беспроводное покрытие для абонентов, пользующихся обычными мобильными телефонами. Компания владеет патентами на разработанную ею технологию ATC (Ancillary Terrestrial Component) и имеет лицензию от американской FCC на оказание услуг на базе данной технологии.

Беспроводная сеть SkyTerra обладает рядом уникальных характеристик, а именно: большим покрытием, многоуровневой сетевой инфраструктурой, полностью базирующейся на IP (All-IP). Сеть SkyTerra организована на базе широкополосной беспроводной платформы. В настоящее время компания SkyTerra использует полосу 30 МГц в L-диапазоне для оказания мобильных и беспроводных фиксированных широкополосных услуг. Данный диапазон разрешен для использования в Северной Америке на территориях с общим населением 330 млн человек.

В 2008 г. компании SkyTerra и Qualcomm подписали технологическое соглашение об интеграции возможностей систем спутниковой связи в сотовые телефоны и прочие пользовательские устройства.

Проект спутниковой транспортной сети "5G"

В июне 2008 г. на конференции LinkedData Planet представители компании Machine-to-Machine Intelligence (M2mi) Corp. (США) представили описание инфраструктуры сети, которую они назвали "5G" (не относится к тер-

минологии мобильного сообщества). Указанная сеть будет представлять собой глобальную защищенную унифицированную широкополосную сеть передачи данных. Как заявляется, на базе данного решения M2mi Corp. сможет предлагать на рынке связи:

- защищенные беспроводные службы данных (wireless data services);
- глобальные виртуальные частные сети (VPN);
- возможность проведения финансовых операций с мобильных телефонов;
- мобильный cloud computing.

Сеть "5G" будет состоять из двух основополагающих элементов:

- Технологические разработки компании M2mi, называемые "универсальным транслятором" (по-видимому, на основе IP-маршрутизатора).
- Транспортная сеть на базе группировки наноспутников, разрабатываемых НАСА.

Разрабатываемые технологии предназначены для создания среды, в которой мобильные устройства бесшовно взаимодействуют друг с другом в едином пространстве без вмешательства человека и без использования телекоммуникационного или интернет-соединения, лишь по принципу mesh-Wi-Fi.

Система "5G" будет сочетать системы передачи голоса, видео, данных на основе IP и Wi-Fi, а также интеллект machine to machine. Разработчики утверждают, что решению будут присущи бесшовная защищенность, скоростная и сетевая гибкость, устойчивость. M2mi унифицирует инфраструктуру "5G" с помощью собственного ПО.

По данным официального пресс-релиза НАСА сеть "5G" будет реализована на основе "транспортной" группы низкоорбитальных наноспутников, их количество может быть весьма значительным. Группировка обеспечит глобальное космическое покрытие новой высокоскоростной сети для современных телекоммуникаций. В рамках контракта, анонсированного в апреле 2008 г., НАСА в сотрудничестве с M2mi разработало новое поколение компактных наноспутников весом от 5 до 50 кг, отличающихся низкой себестоимостью и возможностью массового производства. Ведь большие космические аппараты, созданные в соответствии с концепцией "всё в одном", имеют чрезвычайно высокую стоимость и требуют так много времени для разработки, что к моменту их реализации многие технологические решения успевают устареть.

По словам директора центра космических исследований НАСА Пита Уордена, целью взаимодействия с M2mi является создание "новой экономики" в космической индустрии за счет революционного и современного класса нано- и пикоспутников, которые радикально снижают стоимость космических полетов и увеличивают число запусков. И заодно создают единую сеть связи в околоземном космическом пространстве. Хотя бы для того, чтобы космические туристы смогли послать с орбиты свои восторги.