

Обработка сигналов на борту спутника – технология, которая в последние годы вплотную подошла к практическому использованию в спутниковой связи. Эта технология, несомненно, имеет существенные технические преимущества по сравнению с традиционной "прозрачной" ретрансляцией сигналов, она изменяет облик сетей спутниковой связи, создает новые возможности для операторов и новые привлекательные услуги для широкого круга пользователей – не только больших и малых компаний, но и частных лиц.

Бортовая обработка сигналов: перспективы и проблемы

Г.В. Верзунов,

руководитель центра программных исследований и маркетинга ФГУП "НПЦ "Вигстар"

П.В. Корвяков,

заместитель генерального директора ОАО "Газком"

Возможности и преимущества

В настоящее время наиболее динамично развивающимся сектором спутниковой связи является сектор мультисервисных услуг на базе технологии VSAT.

Традиционные интерактивные сети спутниковой связи VSAT с прямой ретрансляцией сигналов большинства современных операторов имеют, как правило, топологию "звезда". Мультиплексирование сигналов и формирование информационных потоков происходит на центральной земной станции (ЦЗС, или HUB) или, в терминологии некоторых зарубежных проектов, на станции мультиплексирования. Доставка информационных потоков провайдеров услуг на центральную станцию требует наличия наземных каналов передачи информации. Данное обстоятельство приводит к значительному увеличению затрат на организацию наземных линий связи при значительном удалении провайдера услуг и может служить одним из главных сдерживающих факторов при развертывании региональных се-

тей связи. Региональные операторы уже сейчас сталкиваются с такой проблемой. Кроме того, существует проблема организации прямой связи между пользователями сети VSAT в режиме "каждый с каждым" (mesh), в том числе при организации частных и корпоративных сетей. Даже если имеется возможность организации сети с топологией "каждый с каждым" с использованием "прозрачного" ретранслятора в один "скачок", это требует существенных энергетических затрат на спутнике или значительного увеличения размеров антенн и мощности передатчиков абонентских станций. Следовательно, повышается себестоимость таких каналов по сравнению с каналами в строго централизованной сети с топологией "звезда".

Связь в два "скачка" используется очень редко, как по причине удвоения задержки, так и из-за того же двойного использования ресурса и удорожания канала. Все это, в конечном счете, приводит к ограничениям по набору услуг, снижению их качества и повышению цены. Так, например, возникающая за счет двойного "скачка" задержка сигнала вызывает известные проблемы в организации телефонной и видеоконференц-связи. В рамках большинства интерактивных VSAT-сетей на базе "прозрачных" ретрансляторов с центральной станцией проблема создания mesh-сетей вообще неразрешима, поскольку такую структуру традиционная центральная станция попросту не поддерживает.

Если же центральную станцию со всеми ее основными функциями модули-

рования/демодулирования, кодирования/декодирования, мультиплексирования и коммутации разместить на борту спутника, то мы получим новое качество предоставляемых услуг. Такая центральная станция в космосе обеспечит мультимедийные услуги теле- и радиовещания, передачи данных, телефонии, доступа в Интернет, видеоконференц-связи в едином цифровом потоке на линии "вниз" в пределах всей зоны обслуживания спутника. При этом возникают существенные преимущества по сравнению с традиционными сетями:

- организация связи непосредственно между пользователями в один "скачок" по принципу "каждый со всеми" или "каждый с каждым";
- полная регенерация (очистка от помех) сигнала на борту спутника;
- рациональное динамическое распределение ресурсов, обеспечение сбалансированного трафика в радиолиниях "вверх" и "вниз" при пульсирующем трафике от пользователей;
- значительная экономия радиочастотного спектра за счет большей скорости кодирования или модуляции более высокого порядка и более плотной расстановки частот (по некоторым оценкам, до 1,5 раз без повторного использования частот);
- существенное улучшение энергетических параметров спутниковой радиолинии (по оценкам специалистов НПЦ "Вигстар", до 8 дБ на линии "вверх" благодаря значительному снижению отношения сигнал/шум и до 4–6 дБ на линии



Тип БЦП, разработчик	Космический аппарат	Год запуска	Число транспондеров на спутнике	Кол-во блоков БЦП (диапазон)
SkyPlex, Alenia (в наст. время AAS)	Atlantic Bird 4 (бывш. Hot Bird 4)	1998	28	1 (Ku)
	Euro Bird 2 (бывш. Hot Bird 5)	1998	22	3 (Ku)
	Hot Bird 6	2002	28	4 (Ku)/4 (Ka)
	Hot Bird 7	2002	40	4 (Ku)/4 (Ka)
	EutelSat W3A	2004	40	5 (Ku)
AmerHis, AAS	Amazonas	2004	36 (Ku)	4 (Ku)
SatMux, EMS	Anik-F2	2004*	38 (Ka) / 32 (Ku)	2 (Ka)
Boeing	SpaceWay 1, 2	2005	Нет данных	Нет данных

* Коммерческое использование начато в 2006 г.

"вниз" за счет возможности работы передатчика в нелинейном режиме) и, как следствие, уменьшение стоимости земных станций ввиду того, что требования к энерговооруженности терминалов могут быть снижены;

- исключение несанкционированного доступа к ретранслятору спутника (ресурс выделяется только после процедуры идентификации пользователей сети);
- исключение необходимости строительства наземных линий связи с центральной станцией мультиплексирования (провайдеры услуг будут непосредственно работать через ретранслятор спутника), что наиболее актуально для региональных операторов, которые еще не обзавелись собственными ЦЗС.

Это, безусловно, весьма значительные преимущества, и они уже подтверждены на практике европейскими и североамериканскими инженерами. Приборы обработки сигналов на борту спутника связи получили название бортовых цифровых платформ (БЦП), английская аббревиатура – OBP (On-Board Platform или Processing).

Космические мультиплексоры и коммутаторы в Европе и Северной Америке

Европейское космическое агентство (ESA) и компания Alcatel Alenia Space (AAS) в последние десять лет реализовали проекты Skyplex и AmerHis с обработкой сигналов на борту: космические мультиплексоры и коммутаторы успешно работают в космосе. Реализуя эти проекты, ESA исходило из того, что все новые разработки в области спутниковой связи необходимо проверять и испытывать непосредственно на орбите, демонстрировать операторам на практике преимуще-

ства новых технологий, а уже затем запускать в коммерческую эксплуатацию. В результате аппаратура Skyplex, впервые выведенная на орбиту в 1999 г., в настоящее время успешно эксплуатируется в различных коммерческих проектах, а проект AmerHis (спутник запущен в 2004 г.) в 2006 г. перешел в стадию коммерческой эксплуатации.

В Северной Америке компании EMS (Канада) и Boeing (США) реализовали проекты с обработкой на борту SatMux и SpaceWay соответственно (на первых спутниках SpaceWay не планируется использовать OBP). В целом ситуация по указанным проектам приведена в таблице.

Авторы не располагают информацией об установке блоков SkyPlex на спутники Hot Bird 7A и Hot Bird 8.

Анализ таблицы показывает, что пик активности выведения блоков обработки в Европе приходится на период 1998–2004 гг. Количество блоков обработки невелико относительно количества транспондеров на спутнике, так как большая часть проектов носит отработочно-технологический характер. Общее количество выведенных на орбиту с 1998 г. блоков обработки превышает 30, то есть технический опыт накоплен немалый.

Довольно близко подошла к использованию обработки на борту компания Boeing в проекте SpaceWay (начала этот проект компания Hughes). В многолучевой системе Ка-диапазона предполагалось использование блоков обработки. Однако на практике этого не произошло, и, по имеющейся информации, транспондеры используются в режиме прямой ретрансляции для передачи сигналов телевидения высокой четкости (ТВВЧ) в узких лучах. Тем самым не реализуется возможность полносвязности телекоммуникационных абонентов, находящихся в раз-

ных лучах путем их коммутации в блоке обработки. Необходимо отметить, что отказ от обработки в спутниках SpaceWay 1 и 2 во многом связан с изменением бизнес-интересов владельцев спутников. Возможно, эти планы реализуются на спутнике SpaceWay 3, планируемом к запуску в 2007 г.

Потенциальная коммерческая и инновационная привлекательность аппаратуры типа SkyPlex для реализации телерадиовещательных проектов нашла отклик и в России: в 2005 г. ФГУП "РТРС" объявило о проекте создания спутников вещания с обработкой на борту на базе этой аппаратуры. Возможность установки такого рода оборудования на свои спутники рассматривали и другие российские спутниковые операторы. Действительно, возможность собрать на борту спутника сигналы от территориально разнесенных по всей зоне обслуживания телерадиовещательных и других телекоммуникационных и Интернет-компаний, а затем подать их в групповом потоке абонентам обеспечивает существенные технологические и – потенциально – коммерческие преимущества оператора.

Не все вопросы решены

Однако критический анализ реализованных проектов приводит к следующим важным вопросам. Почему при всех своих технических преимуществах использование БЦП не стало массовым? Почему не реализован пока потенциал проекта SpaceWay? И почему после 5 лет методичного запуска блоков обработки на орбиту пионер их использования – компания EutelSat – не установила это оборудование на последних спутниках Hot Bird 7A и Hot Bird 8, а также, насколько известно, не планирует устанавливать его на Hot Bird 9?

6 Одним из возможных ответов на эти вопросы является отсутствие стопроцентно апробированных технических решений для широкого применения обработки на борту в любой коммерческой полезной нагрузке, а также ожидаемое внедрение нового стандарта DVBS2/MPEG-4/ABC.

Возможно также, что инициаторам проектов при всей инженерной привлекательности технологии обработки сигналов на борту пока не все ясно с организацией коммерческой эксплуатации, поскольку опыт такой эксплуатации пока невелик. Подробной и доступной для широкого круга специалистов информации об организации бизнеса в сетях с бортовой обработкой пока нет: это коммерческая тайна, которую компании пока не готовы раскрыть общественности. Возможно, в 2007 г. ESA опубликует результаты первого года коммерческой эксплуатации аппаратуры AmerHis. Это позволило бы на основе анализа бизнес-модели и технико-экономических показателей более точно оценить коммерческие перспективы технологии обработки. А главное – продемонстрировать спутниковым операторам не только техническую, но и, что очень важно для оператора, коммерческую привлекательность подобных проектов.

При оценке рыночных перспектив внедрения обработки на борту следует учитывать и такие особенности систем с БЦП:

- характеристики системы связи с БЦП будут относительно жестко фиксированы на весь период эксплуатации спутника (10–15 лет), а следовательно, следует предусматривать возможность программной реконфигурации БЦП с учетом рыночной ситуации на этот, в общем-то, немаленький период;
- требуются дополнительные энергетические и массогабаритные ресурсы спутника для обеспечения работы БЦП (в проекте AmerHis на 4 транспондера – 170 Вт и 30 кг дополнительно), которые необходимо компенсировать;
- в системе с обработкой необходим специальный наземный центр управления связью (ЦУС), который, безусловно, проще и дешевле, чем центральная станция в сетях типа "звезда" с прямой ретрансляцией, но тем не менее это затраты, которые необходимо учитывать;
- абонентские станции должны быть адаптированы для работы с ЦУС и

БЦП на программном уровне; аппаратные модификации с точки зрения организации бизнеса, видимо, неприемлемы;

- использование БЦП наиболее оправдано и эффективно в комплексе с применением многолучевых антенн, когда наряду с энергетическими выгодами обеспечивается межлучевая коммутация и полнодоступность пользователей.

Сформулированные выше вопросы и особенности систем с бортовой обработкой требуют анализа и ясных ответов в рамках предлагаемых инициаторами проектов бизнес-моделей, что позволит продемонстрировать операторам рыночные перспективы новой технологии. Успешную демонстрацию технических возможностей обра-

Развитие технологии обработки сигналов возможно только на базе единых стандартов, в качестве которых целесообразно использовать открытые европейские стандарты DVB-RCS, уже принятый в России DVB-S и перспективный DVB-S2.

ботки на борту проекта AmerHis провело ESA на аэрокосмическом салоне в Ле Бурже в 2005 г. Совершенно ясно, насколько значимым является социальный аспект этого проекта. Будем надеяться, что придет время демонстрации и его рыночных возможностей.

DVB-RCS в России

В Европе обработка на борту реализуется на базе открытых европейских стандартов DVB-S, -RCS (ETSI EN 301 790). На базе этих стандартов создаются и сети без обработки на борту с центральной земной станцией. Причем европейские специалисты полагают, что при внедрении обработки на борту действующие абонентские терминалы не потребуют никаких доработок – придется лишь установить новое программное обеспечение. Сегодня к поддержке стандарта DVB-RCS присоединились известные мировые производители оборудования для сетей VSAT, в их числе: Alcatel (Франция), NERA (Норвегия), EMS Technologies (Канада), NEWTEC (Бельгия), Gilat (Израиль), ViaSat (США). Столь широкое распространение стандарта в перспективе должно обеспечить провай-

дерам услуг и пользователям определенную независимость от производителей абонентского оборудования, позволяя выбирать на рынке наиболее интересные и коммерчески привлекательные решения. Это повысит конкуренцию и тем самым будет способствовать развитию DVB-RCS-технологий и стимулировать снижение цен на оборудование. Добиться такой позитивной динамики возможно в том случае, если производители, используя этот стандарт, действительно на практике обеспечат совместимость оборудования в рамках единой взаимосогласованной спецификации с учетом того обстоятельства, что уже готовятся новые версии стандартов. Пока, насколько известно, совместимость оборудования компаний NERA и EMS Technologies удалось обеспечить в рамках проекта AmerHis.

В последние годы российские операторы создают мультисервисные сети на основе открытого европейского стандарта DVB-RCS без обработки сигнала на борту, используя традиционные "прозрачные" ретрансляторы. В частности, ОАО "Газком" развернуло мультисервисную сеть на платформе DVB-RCS, разработанной компаниями MediaSputnik (Россия) и EMS Satellite Networks (Канада) для земных станций спутниковой связи с прямой ретрансляцией сигналов.

Топология этой сети построена традиционно по типу "звезда" с центральной земной станцией и удаленными спутниковыми интерактивными терминалами. В сети реализованы два тракта передачи:

- прямой спутниковый канал DVB-S от центральной станции до удаленных терминалов;
- обратный спутниковый канал DVB-RCS от удаленных терминалов до центральной станции.

Платформа DVB-RCS обеспечивает пользователям (а это преимущественно провайдеры мультисервисных услуг) высокоскоростной доступ в Интернет, возможность построения распределенных локальных и глобальных сетей (LAN/WAN), а также передачу данных, организацию по требованию речевых каналов и видеоконференций.

Рынок мультисервисных спутниковых услуг связи в России динамично развивается. Так, например, в мультисервисных сетях, развернутых на базе трех транспондеров Ku-диапазона спутника "Ямал-200" (90° в.д.), се-



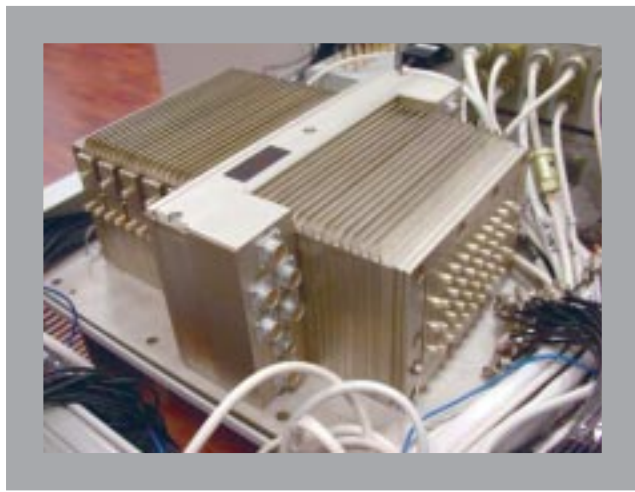


Рис. 1

годня работает более 1600 удаленных абонентских терминалов и более 10 центральных земных станций различных провайдеров.

Объективности ради следует отметить, что значительная часть указанных VSAT-сетей, работающих через спутник "Ямал-200", являются либо "DVB-RCS-подобными", либо вообще не соответствуют этому стандарту. Основная причина – более низкие начальные затраты для операторов на строительство собственной центральной станции и пилотной фазы "раскручивания проекта" на десятки, сотни терминалов. Однако рост числа стандартных сетей и терминалов в них, видимо, должен привести к существенному расширению области применения стандарта DVB-RCS. На это указывает опыт внедрения всех телекоммуникационных стандартов последнего времени (сотовая связь, цифровое ТВ).

Не менее энергично развивают этот сегмент рынка и другие российские операторы. Например, ФГУП "Морсвязьспутник", которое в рамках системы Inmarsat нового поколения развернуло DVB-RCS VSAT-сеть на основе оборудования компании EMS Technologies (Канада) и обеспечивает передачу мультисервисного трафика для различных видов пользователей. Центральная земная станция сети может обеспечивать передачу трафика для 3000 терминалов и поддерживать одновременную работу до 1000 терминалов. Развертывание сети такого масштаба свидетельствует о том, что оператор весьма оптимистично оценивает перспективы развития

рынка мультисервисных спутниковых услуг.

Приведенные два примера довольно ярко демонстрируют развитие рынка мультисервисных сетей в России, но отнюдь не исчерпывают число российских компаний, которые развернули или намерены развернуть сети на базе стандарта DVB-RCS или им подобные.

Пользователями мультисервисных услуг могут быть не только провайдеры или крупные ком-

пании, но и частные лица. Развитие рынка частных пользователей в мультисервисных сетях с прямой ретрансляцией сдерживается относительно высокой (во всяком случае, для России) стоимостью абонентских терминалов и трафика.

В нашей стране на формирование конечной цены проекта существенно влияет разрешительная процедура на установку абонентского терминала. Для VSAT-терминалов эта процедура носит упрощенный характер, но до логического завершения, реально упрощающего практическую деятельность оператора, процедура пока не доведена. В плане дальнейшего упрощения предстоит проработать всю цепочку (радиочастотные органы, санитария, пожарный надзор), с конечной целью получить из упрощенной, но все же разрешительной процедуры, уведомительную. В этом случае стоимость проектов сократится, а привлекательность мультисервисных услуг для широкого круга пользователей повысится.

Бортовая обработка в России

Российские специалисты занимаются бортовой обработкой сигналов уже не один десяток лет. Реализованы и успешно эксплуатируются летные приборы со специальными интерфейсами, которые создаются по государственному заказу для средств связи специального назначения. В последние годы при некоторой поддержке Федерального агентства Роспром ведутся работы по созданию бортовых цифровых платформ (БЦП) на базе

открытых стандартов DVB-S, -RCS (рис. 1). Эти работы проводит ФГУП "НПЦ "Вигстар" (Москва), где сосредоточена высококвалифицированная команда специалистов по цифровой обработке сигналов, в основе которой сотрудники, еще в 1970-80-е гг. работавшие по этой тематике в Московском НИИ радиосвязи (МНИИРС). Авторы не располагают информацией о других российских компаниях, которые бы практически работали над проектами обработки сигналов на борту. Однако потенциально эти технологии могли бы развивать и МНИИРС, и группа компаний "Кросна", и еще целый ряд российских компаний, занимающихся разработкой цифрового оборудования для сетей связи. В частности, вопросами конвейерной обработки сигналов в сетях связи некоторое время назад успешно занимались специалисты Ростовского НИИ радиосвязи.

В разработках НПЦ "Вигстар" для создания БЦП используются известная современная технология проектирования "система-на-кристалле" и российская технология конструирования долговечной отказоустойчивой радиационно-стойкой аппаратуры (ДОРА). Технология ДОРА разработана в московском научно-исследовательском институте "Аргон" и реализована в промышленном виде там же, а также в компании "Рубикон-Инновация" (Смоленск). По этой технологии разработаны и изготовлены летные приборы для Международной космической станции, семейства спутников "Ямал" и других космических аппаратов. Технология постоянно совершенствуется уже более 15 лет.

В основе технологии ДОРА лежит надежность-ориентированное проектирование с применением унифицированной базовой несущей конструкции, сертифицированной высоконадежной элементной базы, единых схемотехнических решений, системы бездефектного проектирования и испытаний, отработанных методов и средств контроля качества изготовления, в совокупности направленных на обеспечение долговечности и стойкости к воздействию факторов космического пространства, в том числе:

- отбор и сертификация комплектующих элементов;
- применение отказоустойчивых структур;
- многоступенчатая система испытаний;

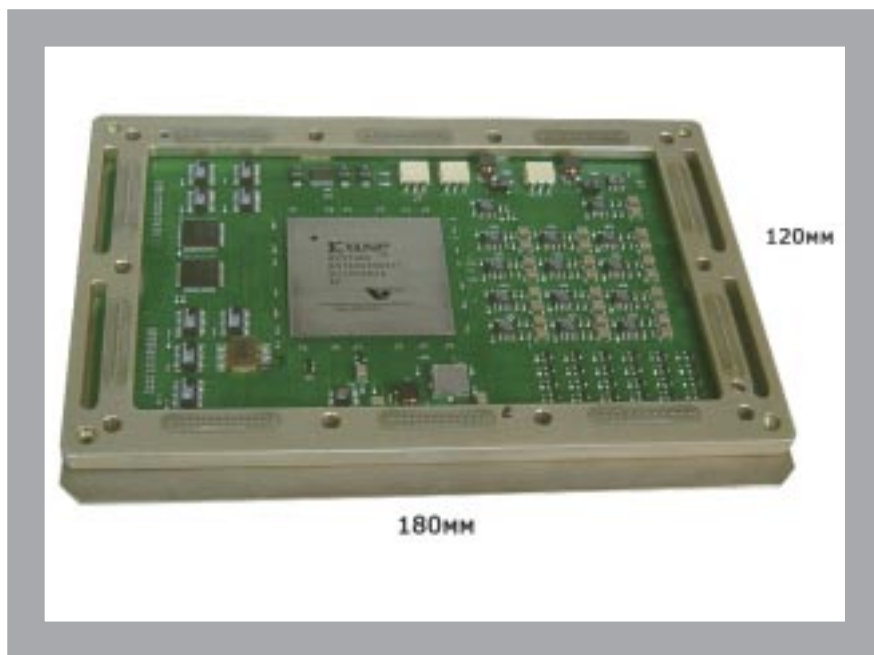


Рис. 2

- применение конструкций с усиленной защитой от внешних воздействий;
- контроль качества проектирования и производства.

Следует отметить, что в целом технология ДОРА не уникальна – подобный подход характерен для многих производителей бортовой аппаратуры. Однако целый ряд оригинальных конструктивно-технологических решений (в их числе базовая несущая конструкция, двусторонние рельефные печатные платы, обеспечение теплового режима, соединители с нулевым усилием соединения) позволяют на основе базовой несущей конструкции (рис. 2) создавать компактные, надежно защищенные от радиации приборы с хорошими массовыми, габаритными и тепловыми характеристиками.

Таким образом, российская промышленность обладает современной, вполне конкурентоспособной, технологической базой для создания БЦП (и не только бортовой платформы, но и земных терминалов).

Для успешного развития технологии обработки сигналов необходимо изучить и применить европейские открытые стандарты DVB-S, -S2, -RCS и на их базе разработать аппаратуру. Между тем опыт и европейских, и российских специалистов показывает, что это весьма непростая задача, которая требует привлечения значи-

тельных ресурсов – как интеллектуальных, так и финансовых.

Проблемы и перспективы

Итак, результаты европейских и североамериканских проектов наглядно демонстрируют, что обработка

сигналов на борту стала реальностью. В Европе это стало возможным благодаря финансовой и организационной поддержке европейских производителей со стороны ESA на основе долгосрочной программы сотрудничества с ведущими предприятиями европейской электронной промышленности, в частности с Alcatel Alenia Space.

Главная проблема, с которой сталкивается оператор-заказчик спутника, рассматривая возможность применения обработки на борту, – это рост стоимости транспондера, который влечет за собой увеличение сроков окупаемости. Те преимущества сетей с обработкой, о которых говорилось выше, беспорны, но оператора, есте-

ственно, в первую очередь интересуют экономические показатели проекта.

Сегодня стоимость создания стандартного (36 МГц) "прозрачного" транспондера Ku-диапазона на геостационарной орбите составляет примерно 2,5–3,2 млн евро. Аренда такого транспондера стоит 1–1,2 млн евро в год. При хороших темпах продаж транспондер начнет окупаться на 4–5-й год эксплуатации, что при 15-летнем сроке активного существования современных спутников связи обеспечивает очень хорошие показатели экономической эффективности.

По предварительной экспертной оценке российских специалистов, занимающихся технологиями обработки сигналов на борту, стоимость транспондера с обработкой по сравнению с "прозрачным" транспондером возрастает, в 1,5 раза, что соответственно, увеличивает сроки окупаемости транспондера. Это обстоятельство и определяет осторожную позицию операторов по отношению к внедрению обработки на борту.

Но при этом следует учитывать, что наличие обработки на борту существенно снижает издержки на создание земного сегмента. В первую очередь исключаются затраты на центральную земную станцию (это 1–1,5 млн. евро для каждой сети), а таких

Технология обработки сигналов на борту является инновационной и требует довольно значительных объемов НИОКР, для чего необходима активная государственная поддержка российских разработчиков и производителей аппаратуры обработки, в том числе через федеральные целевые программы со стороны федеральных агентств Роспром и Роскосмос.

ЦЗС в стандартном транспондере можно разместить несколько. Кроме того, снижается стоимость абонентских терминалов. Таким образом, удорожание транспондера будет компенсироваться снижением стоимости земного сегмента.

Однако эффект снижения стоимости не всегда интересен оператору спутника. Ведь операторы первичных спутниковых каналов зачастую передают транспондеры в аренду провайдерам мультисервисных услуг, и именно провайдеры строят центральные земные станции и развертывают сети абонентских терминалов. Провайдер-владелец такой сети в определенной степени независим от оператора. Если же провайдер ра-



ботаает через транспондер с обработкой, он оказывается "привязанным" к центральной станции на орбите и его мобильность снижается. Преодолеть такого рода зависимость от оператора можно, если на рынке будет работать несколько операторов, предлагающих обработку сигналов на борту.

Кто сделает первый шаг?

Для того чтобы обработка на борту стала привлекательной для операторов спутниковой связи и провайдеров мультисервисных сетей, экономическая эффективность таких проектов должна быть практически продемонстрирована в ходе опытной эксплуатации мультисервисных сетей с обработкой, но для создания БЦП и сетей на их основе необходимы финансовые ресурсы. Операторы, руководствуясь вполне понятными практическими соображениями, не хотят полностью финансировать исследования по реализации обработки на борту на основе открытых стандартов типа DVB-RCS и опытно-конструкторские работы по созданию опытных летных образцов БЦП и земных терминалов.

Провайдеры спутниковых мультисервисных услуг, будучи владельцами уже созданных сетей, не готовы к столь кардинальным шагам по снижению издержек при создании земного сегмента, то есть к вложению средств в оборудование спутников под снижение будущих затрат.

Инициативу могли бы проявить и, возможно, в ближайшее время проявят, заказчики спутников – операторы первичных каналов. Вопрос в том, кто сделает первый шаг.

Вместе с тем предприятия промышленности не располагают достаточными собственными средствами для реализации инновационных проектов подобного рода. Совершенно ясно, что здесь необходима государственная поддержка в объемах на менее 50% стоимости проекта. При наличии такой поддержки оставшуюся часть финансирования могли бы обеспечить операторы и промышленность. Это первое необходимое условие реализации проекта. Второе условие, благодаря которому операторам может быть гарантирован конечный результат в виде БЦП на орбите и опытного района с земными терминалами, заключается в том, что проект должен быть совершенно конкретным, привязанным к конкретному спутнику связи и создаваемой системе, в рамках

которой будет проведена опытная эксплуатация сети с обработкой. Это могут быть перспективные проекты по развитию спутниковых сетей, например "Ямал", "Экспресс" и, возможно, других сетей.

При реализации таких проектов возможна и международная кооперация, когда европейские партнеры участвуют в проекте, используя собственные ресурсы в рамках совместного с Россией проекта. Имевшие место в течение 2006 г. контакты и дискуссии европейских и российских специалистов показали принципиальную возможность такой кооперации. Накопленный в Европе опыт в сочетании с российскими технологиями позволил бы создать БЦП, привлекательные для российских операторов и в техническом, и в коммерческом отношении.

Предварительные итоги

В заключение сформулируем некоторые предварительные выводы и положения для дальнейшего обсуждения:

- бортовая обработка – перспективная технология, обладающая несомненными преимуществами по построению интерактивных спутниковых сетей и организации мультисервисного обслуживания абонентов, находящихся на значительной территории всей зоны обслуживания спутника;
- развитие технологии обработки сигналов возможно только на базе единых стандартов, в качестве которых, с учетом складывающейся в России практики, целесообразно использовать открытые европейские стандарты DVB-RCS, DVB-S (уже принят в России) и перспективный DVB-S2;
- наибольшую эффективность блоки обработки дают в совокупности с многолучевыми (мультизональными) системами для коммутации на спутнике трафика между лучами (зонами);
- коммерческое использование данной технологии находится на начальном этапе, и сегодня необходима практическая демонстрация бизнес-моделей таких систем.

И, наконец, самое главное – обсуждаемая технология является инновационной и требует довольно значительных объемов НИОКР, для чего необходима активная государственная поддержка российских разработчиков и производителей аппаратуры обработки, в том числе через феде-

ральные целевые программы со стороны федеральных агентств Роспром и Роскосмос. Везде в мире государство помогает развивать передовые технологии подобного класса и уровня.

Авторы считают затронутые вопросы весьма актуальными на нынешнем этапе развития спутниковых коммуникаций и приглашают заинтересованных специалистов к дискуссии по вопросам перспектив развития технологий обработки сигналов на борту спутников связи.

Литература

1. Власов С.Ф., Власов Ф.С., Чефранов М.И. Технология разработки и производства долговечной отказоустойчивой и радиационно-стойкой аппаратуры // III международная конференция-выставка малые спутники. Новые технологии, миниатюризация. Области эффективного применения в XXI веке. Книга 3. Симпозиум II. Радиолокационная, радиотехническая и оптикоэлектронная аппаратура МКА. Московская область, г. Королев, 2002. С. 367–373.
2. А. Горшков, В. Перескоков. Бортовые цифровые платформы – технологический прорыв в повышении эффективности спутников связи и вещания // Телевидение и радиовещание. Апрель-май 2002. № 3 (23).
3. Средства связи специального и гражданского назначения/Special Purpose and Civil Means of Telecommunication // Оборонный заказ/Defence Order. Экспо-Новости. 2005. № 2 (243).
4. Российский рынок спутникового вещания // PCWEEK. Май 2005. № 16.
5. Анпилогов В.Р. Технологии VSAT – стандарты и услуги // Технологии и средства связи. 2005. № 4.
6. Анпилогов В.Р. Современные спутники связи и вещания. Какой спутник нужен России? // Спутниковая связь и вещание. Технологии и средства связи. Специальный выпуск. 2006.
7. Цеппенфельдт Ф. Перспективные проекты Европейского космического агентства в области спутниковых сетей VSAT // Спутниковая связь и вещание. Технологии и средства связи. Специальный выпуск. 2006.
8. Анпилогов В.Р. Российский рынок спутниковой связи и вещания: ситуация и тенденции развития // Технологии и средства связи. Ежегодный отраслевой каталог. 2006.