

Всеволод Колюбакин

Спутниковые диапазоны и сети ШПД

Сегодня слова «широкополосный двусторонний спутниковый интернет-доступ» ассоциируется в основном с Ku- и Ka-диапазонами. В первом работают традиционные VSAT-сети, в том числе и предлагающие услуги частным пользователям. Второй активно продвигают как самый перспективный для этих услуг. Отчасти это справедливо, поскольку именно «на поле» Ku- и особенно Ka-диапазонов будут разыграны основные матчи чемпионата по спутниковому ШПД.

Немалое количество операторов по разным соображениям, тем не менее, осваивают или намереваются осваивать другие спутниковые диапазоны. Сейчас наблюдается вторая волна бума спутниковых сетей для SOHO-рынка (первая была во второй половине 1990-х). И многие факторы (например, динамика развития уже работающих сетей) говорят за то, что сейчас этот сектор будет более успешным, чем десять лет назад.

Использование частот в системах радиосвязи строго регламентировано, главная организация, которая устанавливает правила и следит за их соблюдением — Международный союз электросвязи. В соответствии с Регламентом МСЭ для систем спутниковой связи выделено несколько диапазонов частот:

Наименование	Полоса частот в ГГц:
L-диапазон	1,452-1,550 и 1,610-1,710
S-диапазон	1,93-2,70
C-диапазон	3,40-5,25 и 5,725-7,075
X-диапазон	7,25-8,40
Ku-диапазон	10,70-12,75 и 12,75-14,80
Ka-диапазон	15,40-26,50 и 27,00-30,20;

Формально каждый из диапазонов назначен под определенный вид спутникового сервиса, но это условие соблюдается не очень строго, хотя бы вследствие размытости границ некоторых сервисов. Например, так называемый нижний Ku-диапазон (10,70-12,75 ГГц) определен под фиксированную спутниковую связь, а под телевидение — называемый верхний (12,75-14,80), что не мешает вещательным системам работать в нижнем диапазоне. К тому же две системы пакетной передачи данных (с возможностью кратковременного online-доступа) работают в МВ-диапазоне.

В каждом из указанных в таблице диапазонов существуют системы, которые так или иначе можно отнести к сетям спутникового интернет-доступа.

Системы МВ-диапазона

В этом диапазоне работают две системы пакетной низкоскоростной передачи данных: российская «Гонец» (250-265 МГц) и американская Orbcomm (137-150 МГц).

Обе они позволяют передать информацию на спутник, который потом сбрасывает ее на одну из шлюзовых станций. Со станций информация передается дальше либо по наземным, либо по спутниковым каналам. Системы используются для сбора информации с датчиков (например, электросчетчиков), передачи сообщений о чрезвычайных ситуациях и пр. Оператор российской системы, ОАО «Спутниковая система «Гонец» недавно представила проект спутниковой информационной системы «Космонет», в котором попыталась объединить преимущества низкоорбитальных и геостационарных спутниковых систем.

L-диапазон

В нем работают все GSM-сети, но они не являются предметом данного обзора. Из спутниковых операторов, предоставляющих услуги связи, в настоящее время работает один — Iridium Satellite LLC, планирует еще один — «Инмарсат». В этом диапазоне также работает сеть непосредственного радиовещания WorldSpace и персональная связь Президента РФ, для чего на двух спутниках «Экспресс-AM» установлены L-транспондеры.

«Иридиум»

Первая низкоорбитальная система спутниковой связи. Задуманная еще в самом начале 1990-х и реализованная в конце десятилетия, претерпевшая массу неурядиц экономического характера, сейчас она предоставляет услуги голосовой связи и низкоскоростной передачи данных на всей территории Земли. У автора обзора посредством «Иридиума» получалось загружать простую html-страницу со скоростью 10 кбит/с. Но у оператора заявлены скорость от 2,2 до 3,8 кбит/с. Сейчас компания планирует обновление спутниковой группировки и парка абонентских терминалов для предоставления абонентам реальных скоростей интернет-доступа.

«Инмарсат», проект Alphasat

Свои планы по работе в L-диапазоне вынашивает «Инмарсат». Компании Astrium заказан спутник Alphasat, запуск которого в орбитальную позицию 25° в.д. запла-

нирован на 2012 год. Посредством этого космического аппарата (КА) будет предлагаться стандартный набор услуг — голосовая связь, мультимедийные приложения, интернет-доступ — на территории Европы, Ближнего Востока и Африки. Также на борту этого спутника несколько перспективных технологий будет отрабатывать Европейское космическое агентство: лазерная высокоскоростная связь геостационарного спутника с низкоорбитальными; транспондер Q (33-50 ГГц), U (40-60 ГГц) и V (50-75 ГГц) диапазонов для выяснения перспектив его коммерческого использования.

S-диапазон

Федеральной комиссией по связи США он отведен для непосредственного спутникового радиовещания, в нем работает оператор Sirius XM Radio. Часть S-диапазона определена для MSS — мобильной спутниковой связи. В Европе S-диапазон отдан для мобильной спутниковой связи и мобильного телевидения. В России S-диапазон принадлежит военным структурам, и на сегодня его конверсия маловероятна.

В этом диапазоне работают или планируют начать работу в ближайшее время несколько операторов.

ICO Global Communications

ICO Global Communications — оператор мобильной спутниковой связи. Компания была основана в 1995 году. В ее первоначальные планы входило оказание услуг мобильной спутниковой голосовой связи посредством среднеорбитальной спутниковой группировки из 12 КА. В 1999-м компания была, что называется, реорганизована по Статье 11 (или, проще говоря, прошла процедуру банкротства), но не прекратила свою деятельность. В 2000 году был запущен первый спутник системы ICOF-1, тогда же с компанией Hughes Space & Communications был заключен контракт еще на три КА. Эти аппараты были модернизированы и приспособлены не только для передачи голоса, но и для интернет-доступа, на них уже была реализована основная разработка, применяемая в спутниках для ШПД — многолучевая антенна. Второй спутник был запущен в 2001 году, остальные находились на разной стадии производства, но тут ICO и Boeing (который приобрел отделение Hughes по разработке спутников) вступили в судебную тяжбу. В 2008-м Boeing был признан виновным в нарушении контракта и мошенничестве, и ICO получила по суду в общей сложности 603 млн долларов.

В 2008 году был запущен спутник ICO G1. В 2009-м — протестировано и одобрено FCC абонентское оборудование. Спутник охватывает США. В 2008-м компания начала сервис в тестовом режиме. В Европе идет разбирательство с Еврокомиссией, которая отозвала у ICO лицензию на использование S-диапазона.

Terrestar Corporation (в 1998-2000 American Mobile Satellite Corp.; в 2000-2007 — Motient Corp.)

С момента образования компания прошла долгий и непростой путь, в том числе и несколько реструктуризаций. Последняя проходит сейчас. В октябре 2010 года этого потребовал главный инвестор — компания EchoStar — в ноябре был принят план реструктуризации. Космический сегмент — спутник TerreStar-1, запущенный в 2009 году и находящийся в точке 111° з.д. Компания предоставляет как обычную голосовую связь, так и набор услуг, характерный для смартфо-

на. Притом что и спутниковый, и наземный сегменты сети работают в S-диапазоне, абонент соединяется посредством наиболее оптимальной сети.

В мае 2009 года две компании — Inmarsat и Solaris — получили лицензию Еврокомиссии на предоставление услуг мобильной спутниковой связи в S-диапазоне в Европе. Обе должны начать сервис в течение двух лет. Остальным претендентам было отказано.

Solaris

Совместное предприятие двух крупных спутниковых операторов — SES и Eutelsat, конкурирующих во всех остальных сегментах спутникового рынка. Предварительная договоренность об образовании и совместного предприятия была достигнута в 2006 году, само предприятие образовано в 2008-м. Solaris будет предоставлять услуги аудио- и видеовещания, интернет-доступа на мобильные терминалы. Сеть будет работать в стандарте DVB-H, абонентские терминалы были продемонстрированы в 2008 году.

Первоначально предполагалось использовать емкость S-диапазона спутника W2A, выведенного в точку 10° в.д. в 2009-м. Но S-транспондер на этом аппарате работает с отклонением от заявленных характеристик, что не позволяет запустить сеть в полном объеме. Во второй половине прошлого года технология успешно демонстрировалась на различных европейских профильных форумах. О начале коммерческой эксплуатации сети пока не объявлялось.

Вторым победителем в тендере на S-диапазон стал оператор сети мобильной спутниковой связи «Инмарсат». Как и Solaris, «Инмарсат» получил две полосы по 15 МГц. И точно так же этот оператор планирует в этом диапазоне развернуть гибридную сеть мобильной связи с предоставлением голосовой связи, интернет-доступа и прочих мультимедийных услуг. В 2009 году оператором были заключены контракты на производство и запуск спутника EutroSat, работающего в S-диапазоне. Запуск запланирован на этот год.

C-диапазон

Исторически это самый первый широко используемый в спутниковой связи диапазон. Поэтому до очень недавнего времени все существующие спутниковые приложения опробовались сначала в C-диапазоне.

Если говорить про интернет-доступ, то сетей массового ШПД для индивидуальных пользователей в C-диапазоне нет, но существует огромное количество корпоративных сетей, предоставляющих, в числе прочего, и доступ к информационным ресурсам. Решения в C-диапазоне не очень оптимальны (в первую очередь по цене) для частных абонентов, свободного ресурса практически нет. Так что C-диапазону остаются традиционные магистральные каналы и корпоративные сети.

X-диапазон

Активно используется в военной спутниковой связи, а также для дальней космической связи, например, с космическими аппаратами «Вояджер». Коммерческих операторов в X-диапазоне пока не наблюдается.

Ku-диапазон

В этом диапазоне работают практически все классические VSAT-сети, многие операторы которых предоставляют услугу спутникового интернет-доступа.

Существующие сети Ка-диапазона

Сеть	Космический сегмент	Параметры лучей	Рабочий стандарт сети
WildBlue (США+Канада)	ANIKF2(111°з.д.) 2004 г.	45 лучей, 0,7° по 625 МГц 6 лучей на одну ЦС	SurfBeam Стандарт DOCSIS 1.1
	WildBlue 1 (111°з.д.) 2006 г.	35 лучей, 0,7° по 62,5 МГц 6 лучей на одну ЦС	
	AMC15 (105° з.д.) 2004 г.	12 лучей, 0,8° по 125 МГц 6 лучей на одну ЦС	
	Viasat-1 (77° з.д.) 2011 г.		
Hughes Net (США+Канада)	SPACEWAY3 (95° з.д.) 2007 г.	112RX (62,5 МГц)+24TX(125 МГц)	HN9000 Стандарт IPoS
	Jupiter (95° з.д.) 2012 г.		
iPSTAR (Азия+Австралия)	iPSTAR (119,5° в.д.) 2005 г.	84 Ки-луча для потребителей, 14 Ка-лучей для ЦС	iCON TDM-OFDM/MF-TDMA
Astra2Connect (Центральная Европа)	Astra (19,2° в.д. и 23,5° в.д.) 2007 г. (Astra 3B 21/05/2010)		dvb-rcs
Eutelsat (Европа)	KA-Sat, 9° в.д.	82 луча, 0,4°, 250 МГц	Surf Beam 2 Стандарт DOCSIS1.1

Развитие услуги в этом диапазоне ограничено, как и в случае С-диапазона, освоенностью практически всего ресурса. В Ки-диапазоне работают все сети непосредственного телевидения и большое количество корпоративных, так что на долю спутникового интернет-доступа, появившегося на 10-15 лет позже, осталось не так много.

В России количество скоординированного ресурса Ки-диапазона пока позволяет развивать VSAT-сети и планировать массовую услугу спутникового интернет-доступа, но пока ресурс отсутствует физически. То есть просто не хватает спутников с подходящими энергетическими характеристиками. НА 2011-2012 годы российские операторы — ГПКС и «Газпром» — планируют запуск новых космических аппаратов, что должно дать новый толчок к развитию сетей спутникового ШПД.

Ка-диапазон

На сегодня это самый перспективный диапазон для развития систем ШПД для массового индивидуального пользователя. Определен на Всемирной конференции радиосвязи (ВКР) в 2003 году для организации мультимедийных услуг для низко-, среднеорбитальных и геостационарных систем. (Подробнее о раннем этапе развития Ка-диапазона см. здесь: <http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=370&rid=14.>)

Планируемые к запуску российские спутники с емкостью Ка-диапазона

КА	Планируемая дата запуска	Орбитальная позиция	Количество транспондеров и ширина полосы пропускания
«Экспресс-АМ4»	август 2011 г.	80° в.д.	2x112 МГц
«Экспресс-АМ5»	середина 2012 г.	40° в.д.	10x110 МГц
2x160 МГц			
«Экспресс-АМ6»	конец 2012 г.	53° в.д.	10x110 МГц
2x160 МГц			

Перспективные системы Ка-диапазона

Сеть	Космический сегмент	Параметры лучей	Рабочий стандарт сети
Viasat	Viasat-1, 77° з.д., 2011 г.	80 лучей 0,4° по 250 МГц, до 10 лучей на одну ЦС	Surf Beam 2 Стандарт DOCSIS1.1
Eutelsat (Европа)	KA-Sat, 9° в.д.	82 луча, 0,4°, 250 МГц	Surf Beam 2 Стандарт DOCSIS1.1
Hughes Net	Jupiter, 2012 г.	нет данных	стандарт IPoS
Avanti	Haylas 1 (33,5° в.д.) 2010 г.	8 лучей, 0,7°, (250-108) МГц,	Surf Beam 2 Стандарт DOCSIS1.1 Стандарт IPoS
	Haylas 2 (33,5° з.д.) 2012 г.	24 луча 0,7° и 1°, (230-120) МГц.	
Inmarsat Global Xpress	Inmarsat 5 – (3+2) KA с 2014г.	89 лучей каждый КА	нет данных

В двух приведенных выше таблицах указаны системы Ка-диапазона, которые работают только в этом диапазоне и рассчитаны только на предоставление ШПД. Помимо этого многие спутниковые операторы планируют (или уже реализовали) некоторое количество емкости Ка-диапазона для решения своего более ограниченных задач. Нам, разумеется, интересны планы ГПКС.

Характеристики Ка-транспондеров «Экспресс-АМ4»

Энергетические параметры луча: ЭИИМ в центре зоны — 60 дБВт, на краю — 58 дБВт. Добротность: 13,5 дБ/К в центре; 9 дБ/К на краю. Геометрические параметры: будут сформированы два перенацеливаемых луча 0,7°x 0,7°.

Частотные характеристики КА-транспондеров «Экспресс-АМ4»

Транспондер	Центральная частота, МГц		Поляризация	
	Земля-спутник	Спутник-Земля	Земля-спутник	Спутник-Земля
1	29 651	19 841	линейная горизонтальная	линейная вертикальная
2	29 863	20 053	линейная горизонтальная	линейная вертикальная

При этом существует возможность подключения любого up-link транспондера к любому down-link транспондеру.

Сейчас идет разработка государственной программы, в рамках которой должна быть создана российская сеть спутникового ШПД. Эта сеть, используя емкость «Экспресс-АМ4», -АМ5 и -АМ6, должна предоставить интернет-доступ двум миллионам российских абонентов. Пока неизвестны ни технические характеристики, ни кто будет управлять этой сетью, на каких условиях будет предоставляться ресурс и пр. Несколько месяцев назад проект был отправлен на доработку из-за сильного уклона в коммерцию в ущерб социальной составляющей. ■