

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ РАДИОСВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ

УДК 621.396

ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ В СПУТНИКОВОМ РЕСУРСЕ ДЛЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ НАЗЕМНЫХ СЕТЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Печатается в порядке обсуждения

В.Д. Москвитин, начальник лаборатории ФГУП ЦНИИС, к.т.н.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то что Россия является пионером в использовании космоса для целей телекоммуникаций и еще в 1964 г. была создана система связи на основе первых космических аппаратов (КА) ("Молния-1", а затем и "Молния-2" на высокоэллиптической орбите), спутниковая связь в России до сих пор не заняла достойного места.

За 40 с лишним лет своего существования спутниковая связь пережила периоды подъема и спада. Наиболее трудное время пришлось на 90-е годы прошлого столетия, когда практически вся орбитальная группировка оказалась под угрозой выхода из строя и возникла опасность потери национального орбитального ресурса. Однако, благодаря усилиям Администрации связи, ФГУП "Космическая связь", поддержке правительства РФ и участию коммерческого предприятия ОАО "Газком", к середине 2005 г. национальный спутниковый ресурс страны по отношению к ресурсу начала 90-х годов увеличился в 3 раза и составил 360 стволов по 36 МГц каждый.

В результате реализации программы восполнения и развития орбитальной группировки государственного назначения, определенной постановлением правительства РФ 626 от 25.08.2001 г. спутниковый ресурс государственного назначения в настоящее время увеличен до 273 стволов по 36 МГц. Государственная группировка состоит из 15 КА, однако половина из них выработала свой ресурс и находится за пределами гарантированного срока активного существования (САС).

Таким образом, если учесть и коммерческие КА ("Ямал"-100 и два "Ямал"-200), "Бонум", W-4, то можно констатировать значительные успехи в оживлении спутникового компонента Единой сети электросвязи РФ (ЕСЭ), окончание кризиса в развитии спутниковой связи и вещания и создание серьезных предпосылок для динамичного роста в следующие 10 лет. Каковы же задачи спутникового компонента ЕСЭ на предстоящие годы (до 2015 г.)?

Это перевод всего национального спутникового ресурса на качественно новый уровень путем оснащения парка КА новым четвертым поколением бортовой аппаратуры; наращивание общей пропускной способности до размеров, необходимых для удовлетворения перспективных потребностей страны и экспорта на зарубежные рынки; создание наземной инфраструктуры, адекватной пропускной способности КА.

Настоящая статья посвящена оценке перспективных потребностей в национальном спутниковом ресурсе на период до 2015 г. в соответствии с сегодняшним взглядом на развитие услуг спутниковой связи и вещания.

СПУТНИКОВЫЕ УСЛУГИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ: ОСОБЕННОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Предстоящее десятилетие обещает быть периодом интенсивного развития спутниковой связи и вещания в России. Для этого имеются объективные предпосылки:

- мировые тенденции роста числа как спутников на ГСО, так и транспондеров на одном КА, улучшения удельных

массогабаритных и технико-экономических показателей, т.е. перехода на четвертое поколение КА;

- наличие у России достаточного орбитально-частотного ресурса;

- динамичное развитие отрасли "Информационные технологии и связь" в России;

- высокий отечественный научно-производственный потенциал по разработке, производству и выводу на орбиту КА нового типа;

- современная нормативная и правовая база;

- развитие международного сотрудничества российских предприятий с ведущими мировыми производителями космической техники и кооперация в области спутникового аппаратостроения;

- сформировавшийся рынок услуг спутниковой связи и вещания, на котором действует большое число операторов;

- высокая потребность пользователей в услугах спутниковой связи и вещания;

- проработка концептуальных основ развития спутниковой составляющей ЕСЭ до 2015 г. и утвержденная Федеральная космическая программа России на 2006–2015 гг.

В условиях технологической революции именно реальный спрос и реальные потребности на услуги спутниковой связи и вещания являются факторами, определяющими успех этого направления развития телекоммуникаций.

Спутниковые услуги как услуги электросвязи можно разделить на две категории: традиционные и новые. К традиционным относятся услуги междугородной телефонной связи, распространение телевизионных и звуковых программ, услуги связи для органов государственной власти.

К новым спутниковым услугам электросвязи относятся: интерактивное и непосредственное телевизионное и звуковое вещание, доступ в Интернет, мультимедийные и универсальные услуги. Появился также новый класс услуг – "услуги приложений", которые в отличие от вышеперечисленных услуг организуются с применением нетелекоммуникационных оконечных устройств. К ним относятся услуги телеобразования, телемедицины, телебанкинга, кибер-пресса, цифровое кино и другие. Особенность новых услуг электросвязи и приложений – их корпоративный характер, т.е. они предназначены для одновременного обслуживания, как правило, групп пользователей (телеобразование, цифровое кино) или индивидуально для каждого пользователя, но из пункта коллективного доступа (телемедицина, доступ в Интернет, кибер-пресса).

Корпоративный характер новых услуг электросвязи и приложений делает спутниковые системы наиболее пригодными для их оказания, так как при этом упрощается и удешевляется доступ пользователей к сети и, соответственно, к услуге.

К новым и перспективным услугам относятся и такие, как:

- распределение между индивидуальными пользователями сигналов времени и частоты;

- мониторинг поверхности Земли и окружающей Землю атмосферы;

- мониторинг и сопровождение перемещения грузов;

- позиционирование и определение местоположения объектов;
- персональная спутниковая связь.

Особенностью последней группы услуг, которые отчасти и ранее предоставлялись с помощью спутников, является предполагаемая в будущем их массовость, т.е. это будут услуги для массовых пользователей с возможностью оказания их на универсальные оконечные устройства в комплексе с другими услугами наземных и спутниковых сетей.

Отметим, что услуги типа мониторинга Земли и позиционирования объектов принципиально не могут быть оказаны средствами наземных сетей и являются прерогативой спутниковых систем связи.

Исключительностью спутниковых средств и сетей является также то, что только с их помощью можно обслужить всю (100 %) поверхность Земли в целом и любого государства в частности. Тем самым только с помощью спутниковых систем можно выполнить требование статьи 1 № 126-ФЗ "О связи" о необходимости оказания услуг связи на всей территории Российской Федерации. В этом смысле спутниковые системы являются незаменимыми. До сих пор спутниковые системы были и остаются наиболее эффективными при распределении сигналов программ телевизионного и звукового вещания.

Представляется, что в дальнейшем именно спутниковые системы будут предпочтительны в распределении телеуслуг (дистанционное обучение и образование, дистанционная медицина, телеигры и многие другие еще не сформировавшиеся новые услуги).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ В СПУТНИКОВОМ РЕСУРСЕ

Объекты, нуждающиеся в услугах спутниковой связи и вещания, приведены в табл. 1. В первую очередь – это сельские населенные пункты, не имеющие вообще доступа к телекоммуникационным сетям (таких населенных пунктов около 50 тыс.); сельские школы, школы в военных городках, которым необходим высокоскоростной доступ к информационным ресурсам, к системе дистанционного обучения. Число таких школ с учетом военных городков 60 тыс. Острая необходимость существует в обеспечении средствами связи врачебных заведений (число которых более 20 тыс.) и подключении их к системе телемедицины.

Каждое почтовое отделение, которых в стране около 40 тыс. и больше половины из них находится в сельской местности, должно быть оборудовано пунктами услуг киберпочта и кибер-пресса. В новом ФЗ "О связи" введена новая услуга – универсальное обслуживание, которая будет предоставляться с помощью как таксофонов, так и пунктов коллективного доступа (ПКД) в Интернет. Во всех населенных пунктах численностью более 500 чел. должен быть установлен не менее чем один ПКД. Все названные услуги являются новыми, основанными на новых технологиях, и в большей степени ориентированы на использование спутниковых систем. Конечно, в решении задач телефонизации и информатизации тех населенных пунктов и районов, где еще не развита инфраструктура связи и нет доступа к телекоммуникационным и информационным ресурсам, большую роль предстоит сыграть и наземным средствам.

Но, повторим, наиболее удобными и быстро разворачиваемыми средствами являются спутниковые системы.

Данные табл. 1 взяты из статистических справочников [1, 2], из ФЦП "Развитие единой образовательной среды 2001–2005 гг." [3]. В ней не отражены и другие потенциальные пользователи услуг спутниковой связи и вещания, такие как: население, пользователи технологических сетей, государственные структуры. Они будут учтены в других разделах статьи.

Оценка требуемой пропускной способности спутникового сегмента для предоставления услуг пользователям различных категорий. Организация услуг сельской связи в труднодоступных и малонаселенных территориях (ТМТ). Вопрос обеспечения связью малонаселенных и труднодоступных сельских

районов, которые пока лишены услуг связи решается в два этапа: на первом этапе организуется универсальное обслуживание (как временная мера), а на втором – создаются стационарные телефонные (инфокоммуникационные) сети сельской связи. Согласно такому подходу исходные данные для первого этапа приведены в табл. 2, для второго – в табл. 3.

Второй этап является развитием первого и использует сетевые фрагменты и технические средства первого этапа. Этап организации универсального обслуживания должен занять по срокам не более 3 лет, т.е. не далее 2008 г.; второй этап – более продолжительный и продлится до 2015 г.

Данные табл. 2 по численности населения и числу поселений взяты из [1]. Остальные данные табл. 2 и 3 являются результатами исследований и предложений автора.

Универсальное обслуживание организуется на базе упрощенных малых земных станций (МЗС), которыми управляет центральная земная станция (ЦЗС), предоставляющая каналы по требованиям каждой МЗС для обеспечения телефонной связи (с таксофоном) либо между населенными пунктами ТМТ, либо между населенными пунктами ТМТ и абонентами другой части страны (через узел доступа к ТФОП), а также для передачи данных (ПД) между населенными пунктами ТМТ или для выхода пользователей ПКД в Интернет.

Требуемое число спутниковых стволов (N_{CC}) для организации универсального обслуживания в ТМТ может быть определено по формуле:

$$N_{CC} = \left(\frac{M_1 V_1 \tau}{C} \right)_{\text{ТСФ}} + \left(\frac{M_2 V_2 \tau}{C} \right)_{\text{ПД}}, \quad (1)$$

где M_1 и M_2 – число населенных пунктов ТМТ, где устанавливаются таксофоны и ПКД соответственно; V_1 и V_2 – скорость передачи в цифровом канале для телефонной связи через таксофон и для ПД; C – скорость передачи в спутниковом стволе; τ – трафик в ЧНН.

Таблица 1

Объекты, для которых спутниковая связь наиболее актуальна	Число
Населенные пункты численностью более 500 чел.	29 000
Поселки городского типа	1864
Сельские округа, волости, сельские советы	24 409
Муниципальные образования	13 500
Школы сельской местности и военных городков	60 000
Высшие учебные заведения	965
Врачебные учреждения, в сельской местности	21 300 5000
Почтовые отделения, в сельской местности	40 000 24 409
Передвижные отделения связи	360
Передвижные медицинские диагностические пункты	470

Таблица 2

Параметр	Значение параметра
Численность сельского населения в ТМТ	14,5 млн. чел.
Количество таксофонов	50 000
Количество пунктов коллективного доступа к Интернет (соответствует количеству поселений в ТМТ со средней численностью населения 500 чел.)	29 000
Доля подключенных таксофонов и пунктов коллективного доступа к Интернет в 2008 г.	100 %
Трафик в ЧНН от одного таксофона и ПКД	0,4 Эрл
Скорость передачи в спутниковом канале: телефонных сообщений	16 кбит/с
данных	32 кбит/с
Вид спутникового ствола	Дуплексный
Скорость передачи в стволе	34 Мбит/с
Метод предоставления спутниковых каналов	По алгоритму сети общего пользования

Общее число дуплексных спутниковых стволов для реализации универсального обслуживания на период не далее 2008 г. равно 20.

При организации сети телефонной связи в сельской местности целесообразно предусматривать, наряду со спутниковыми каналами, которые организуются между центральной сельской станцией или оконечными станциями (ОС) и районным узлом ЦЗС, являющимся узлом доступа к транспортной (транзитной) сети ТФОП и к сети Интернет, применение радиорелейных линий небольшой канальности между центральной сельской станцией и ОС населенных пунктов, а также средств радиодоступа (DECT, Wi-Fi, WiMAX) [4, 5] на абонентском участке от сельских абонентов до оконечных станций.

Будем считать, что задачей телефонизации населенных пунктов ТМТ является достижение уровня телефонизации 0,3 в 2015 г., т. е. установка 30 абонентских оконечных устройств (телефон или аналогичное оконечное устройство, но с расширенными функциями) на 100 жителей.

Предполагается (см. табл. 3), что процесс телефонизации (информатизации) ТМТ, в свою очередь, будет происходить в два этапа: до 2010 г. – будут телефонизированы 50% населенных пунктов; до 2015 г. – 100%.

Телефонизация предусматривает обслуживание услугами связи как населения, так и другой категории пользователей (корпоративных) – сельских учреждений, муниципалитетов, почтовых отделений, а также достаточно обеспеченных по-

льзователей. Число таких пользователей, согласно табл. 3, принято равным 10% от общего числа жителей. Число спутниковых стволов для изложенной схемы "телефонизации" сельской местности оценивается по формуле:

$$N_{CC} = \frac{M_{a61} V_1 \tau_1 \alpha}{C} + \frac{M_{a62} V_2 \tau_2 \alpha}{C}, \quad (2)$$

где M_{a61} , M_{a62} – число абонентов групп "население" и "корпоративные"; V_1 и V_2 – скорость передачи для населения и для корпоративных пользователей; τ_1 , τ_2 – трафик в ЧНН для населения и для корпоративных пользователей; α – доля трафика при междугородных соединениях с использованием спутников.

Используя данные табл. 3 и соотношение (2), получаем следующие данные по числу требуемых дуплексных спутниковых стволов с пропускной способностью 34 Мбит/с: 2009–2010 гг. – 66; 2011–2015 гг. – 82. Таким образом, общее число стволов в ЧНН на период 2009–2015 гг. составляет 148.

Важно, что расчет для телефонной сети ведется в ЧНН, т. е. при неравномерном использовании спутниковых стволов в течение суток.

Информационное обслуживание общеобразовательных школ и телеобразование – один из важных вопросов Федеральной целевой программы "Развитие единой образовательной информационной среды (2001–2005 гг.)", активным разработчиком которой в свое время было Министерство Российской Федерации по связи и информатизации.

Задачами программы являются: формирование информационно-технологической инфраструктуры системы образования, включая создание федеральной системы информационного и научно-методического обеспечения развития образования; предоставление образовательным учреждениям средств вычислительной техники, средств доступа к глобальным информационным ресурсам; применение новых информационных и телекоммуникационных технологий в учебном процессе. При этом главные объекты программы – это, в первую очередь, сельские школы и школы в военных городках, в которых согласно данным программы обучаются 1/3 школьников страны, а общее число сельских школ составляет около 46000.

Несмотря на завершение срока выполнения программы ее цели и задачи полностью не достигнуты, в том числе в части обеспечения школ и вузов необходимыми телекоммуникационными средствами и каналами, через которые может быть осуществлен доступ к информационным ресурсам. В то же время следует отметить положительные результаты в этом направлении: созданы спутниковые образовательные центры – порталы в Москве и Санкт-Петербурге. НПО "Кросна" установлены 7648 приемных ЗС [6].

В целом вопрос информационного обслуживания общеобразовательных школ до конца не проработан с методологической точки зрения, не решен организационно. Нет надлежащей сетевой телекоммуникационной структуры решения данной задачи и обеспечения доступа школ к центру по запросу в интерактивном режиме с использованием несимметричных дуплексных каналов.

Информационные общеобразовательные центры видятся как иерархическая структура, состоящая из одного–двух общенациональных центров, семи федеральных (по числу федеральных округов) и соответствующего числа региональных. Эта структура соответствует государственному устройству и универсальна при решении управленческих вопросов любого характера. По аналогии строятся и другие подобные системы, о которых речь будет идти ниже.

В табл. 4 представлены исходные данные для оценки числа спутниковых стволов, необходимых для информационного обслуживания сельских школ, а формула расчета имеет вид:

$$N_{CC} = M \frac{V_1 + V_2}{2} / KC, \quad (3)$$

где M – число школ; V_1 , V_2 – скорость в направлении,

Таблица 3

Параметр	Значение параметра
Телефонная плотность в ТМТ (число ТА на 100 жителей)	0,30
Доля телефонных аппаратов в ТМТ:	
2010 г.	50 % (0,5)
2015 г.	100 % (1,0)
Относительное количество сельских потребителей услуг связи в ТМТ по категориям:	
"население"	99 % (0,99)
"корпоративные потребители"	1 % (0,01)
Трафик в ЧНН:	
от одного сельского абонента	0,1 Эрл
от корпоративного пользователя	0,2 Эрл
Доля трафика в ЧНН от сельского потребителя:	
при местных соединениях по наземным каналам	50 % (0,5)
при междугородных соединениях по спутниковым каналам	50 % (0,5)
Вид спутникового ствола, скорость передачи в стволе	Дуплексный 34 Мбит/с
Скорость передачи в спутниковом канале для услуг населению	16 кбит/с
Скорость передачи в спутниковом канале для услуг корпоративным пользователям:	
2010 г.	128 кбит/с
2015 г.	256 кбит/с
Метод предоставления спутниковых каналов	По требованию

Таблица 4

Параметр	Значение параметра
Число сельских школ и школ военных городков	60 000
Скорость передачи в каналах (период 2006–2010 гг.) в направлении:	
центр–школа	384 кбит/с
школа–центр	32 кбит/с
Скорость передачи в каналах (период 2011–2015 гг.) в направлении:	
центр–школа	512 кбит/с
школа–центр	64 кбит/с
Метод предоставления каналов	По расписанию, сеансами
Примечания. Приведенные скорости предложены автором на основе обсуждения со специалистами по дистанционному обучению и являются минимально допустимыми на рассматриваемом периоде времени.	

соответственно, центр–школа и школа–центр; K – число сеансов, обслуживаемых одним стволом.

Учитывая сеансовую систему обслуживания школ, один ствол в сутки сможет работать 3–4 сеанса.

Приняв $K=3$, с использованием (3) и исходных данных табл. 4 получим, что для обеспечения информационного обслуживания 30 000 сельских школ (половины от общего числа) в период 2006–2010 гг. потребуется примерно 70 спутниковых стволов, а в период 2011–2015 гг. – еще примерно 70. Увеличение числа стволов в период 2011–2015 гг. происходит за счет роста канальной скорости.

Наряду с информационным обслуживанием школ в Федеральной целевой программе предусматривается дистанционное профессиональное образование (телеобразование) с использованием информационных услуг со стороны ВУЗов для учреждений среднего общего и профессионального образования, а также дистанционное обучение студентов.

Будем считать, что сами ВУЗы имеют доступ к информационным ресурсам по наземным каналам, так как они расположены, как правило, в крупных городах и культурных центрах, где широко развита наземная телекоммуникационная инфраструктура. Однако для обеспечения руководства со стороны ВУЗов процессом обучения низшего звена необходима сеть спутниковых каналов. Для определения потребности в спутниковых стволах составлена табл. 5.

Учитывая сеансовую систему работы телеобучения, полагаем, что один ствол в сутки может обслуживать два УКП. Тогда для обеспечения потребностей телеобслуживания при исходных данных табл. 5 потребуется на каждый период 2006–2010 и 2011–2015 гг. примерно по 30 стволов, исходя из условия, что в каждый из этих периодов будет удовлетворена половина общей потребности.

Услуги телемедицины. Телемедицина является одной из новых телеуслуг, развитие которой предусматривается в ФЦП "Электронная Россия" [7]. Бывшим Министерством здравоохранения РФ совместно с Российской академией медицинских наук в 2001 г. утверждена "Концепция развития телемедицинских технологий в Российской Федерации" [8]. В ней телемедицинские технологии определены как лечебно-диагностические, управленческие и научно-просветительские консультации в области здравоохранения, реализуемые с применением телекоммуникационных технологий ("медицина на расстоянии").

Основные направления применения телемедицинских (ТМ) технологий:

- консультация: связь по схеме "точка–точка";
- телемониторинг (телеметрия): связь по схеме "много точек – точка";
- лекция: связь по схеме "точка – много точек";
- консилиум – связь по схеме "много точек".

Система телемедицины предусматривает преобладающую выше иерархическую структуру сети, а именно: федеральный уровень, уровень федеральных округов, уровень субъектов Российской Федерации; районный уровень. На верхних уровнях наиболее целесообразно применение наземных средств. В то же время между субъектами Российской Федерации и райцентрами, а также между объектами районного уровня сельской местности целесообразно использовать спутниковые системы и сети. Отметим, что в ТМ должны найти широкое применение подвижные диагностические пункты (ПДП), оборудованные ЗС спутниковой связи.

В настоящее время в МОС (ISO) активно проводятся работы по стандартизации телемедицинских систем [11], включая характеристики каналов. Следует отметить большое разнообразие применяемых каналов и большой диапазон скоростей [12].

В табл. 6 представлены исходные данные расчета числа дуплексных спутниковых стволов для целей телемедицины.

* Скорости передачи в спутниковом канале в табл. 5–7 предложены автором и являются минимально допустимыми для рассматриваемого периода.

Как и ранее, будем считать, что потребности в спутниковых стволах в интересах ТМ будут реализовываться в равных частях по пятилеткам – 2006–2010 и 2011–2015 годы.

При заданных исходных данных требуемое число дуплексных спутниковых стволов со скоростью передачи 34 Мбит/с для целей телемедицины составляет примерно по 150 единиц на каждый пятилетний период – 2006–2010 и 2011–2015 годы.

Широкополосный доступ к сети Интернет. Анализ возможных пользователей спутниковой связи показал, что в России имеется определенный контингент населения, который в состоянии оплатить установку и ежемесячные расходы на эксплуатацию индивидуальной малой земной станции и за получение услуг широкополосной связи. К таким пользователям относятся отдельные владельцы дач, коттеджей, держатели игровых автоматов. Оценка возможного их числа дала следующие результаты: 110 тыс. – в 2010 г., 150 тыс. – в 2015 г. Это число потенциальных пользователей, однако не всякий потенциальный пользователь в силу разных причин становится реальным.

Для расчетов принято, что в 2010 г. число реальных пользователей составит 20 % от потенциальных, а через 5 лет этот процент за счет привыкания к новой услуге вырастет до 30 %. В табл. 7 приведены исходные данные расчета числа спутниковых стволов для спутникового широкополосного доступа к Интернет. Искомое число спутниковых стволов составит: в 2010 г. – 50, в 2015 г. – 66.

Количество пользователей, имеющих широкополосный доступ, определялось на основе разработанной методики, исходя из условия, что данная категория пользователей может тратить на эти услуги более 1000 долл. в месяц.

Таблица 5

Параметр	Значение параметра
Число ВУЗов	660
Число закрепленных за одним ВУЗом учебно-консультативных пунктов (УКП)	3
Скорость спутникового дуплексного канала	2048 кбит/с*
Метод предоставления каналов	По расписанию, сеансами

Таблица 6

Параметр	Значение параметра
Число больниц и врачебных заведений в сельской местности	5000 (ориентировочно)
Число ПДП	470
Скорость передачи в спутниковых каналах: между районными больницами и ПДП между больницами, медицинскими центрами субъектов Российской Федерации и районными больницами	512 кбит/с 2048 кбит/с
Метод предоставления каналов	Постоянно, круглосуточно

Таблица 7

Параметр	Значение параметра
Потенциальные пользователи спутникового широкополосного доступа в Интернет:	
2010 г.	110 тыс.
2015 г.	150 тыс.
Доля реальных пользователей от потенциальных:	
2010 г.	20 %
2015 г.	30 %
Нагрузка в ЧНН	0,2 Эрл
Скорость передачи в канале от спутника к пользователю	
2010 г.	384 кбит/с
2015 г.	512 кбит/с
Скорость передачи в канале запроса от пользователя к спутнику	64 кбит/с
Способ предоставления канала	По требованию

Непосредственное телевизионное и звуковое вещание. В "Концепции развития национальной системы спутниковой связи и вещания на период до 2015 г." [9], разработанной ЦНИИС и НИИР в 2004 г., указана цифра пользователей системы НТВ в 2 млн. Известно, что в России этот вид услуги очень медленно приживается из-за относительной ее дороговизны и главное, по мнению автора, из-за недостаточно гибкой политики операторов, которые не используют весь арсенал рыночных средств для продвижения услуги. В итоге число пользователей НТВ в стране составляет 450 тыс. Таким образом, в варианте "Концепции ..." в ближайшее десятилетие число пользователей НТВ возрастет в 4,5 раза. Их потребности предложено обеспечить с помощью двух специализированных платформ НТВ на спутниках радиовещательной спутниковой службы (РСС) с помощью порядка 50 стволов, которые будут использоваться и для предоставления определенной части пользователей услуги ТВ по запросу с применением приемо-передающих устройств. Учитывая европейский и американский опыт, где жители даже больших городов при насыщенности в них наземных телекоммуникационных сетей охотно пользуются услугами спутникового НТВ, число пользователей спутникового НТВ в России 2015 г. предположительно должно (при гибкой операторской политике) быть больше указанной цифры. Подтверждением этому может служить появление в России новых операторов (например, "Триколор ТВ"), обещающих бесплатный просмотр программ со спутника. Такие условия, безусловно, вызовут всплеск интереса населения. И для этого необходимо предусмотреть дополнительную спутниковую емкость. Кроме того, на Западе входит в обиход также непосредственное звуковое вещание (НЗВ) для чего запущены специализированные КА на ВЭО. С учетом всех этих факторов можно говорить об удвоении необходимой емкости, т. е. о 100 спутниковых стволах для данной услуги.

Распространение программ телевизионного и звукового вещания. В настоящее время потребности в распространении федеральных и региональных программ телевизионного и звукового вещания России и стран СНГ покрываются с помощью 20 стволов. В мире и в России активно обсуждаются перспективы развития телевизионного вещания в связи с переходом на цифровой формат. Имея в стране парк аналоговых телевизионных приемников в количестве не менее 80 млн. штук, парк аналоговых наземных телевизионных передатчиков, исчисляемый 7580 единицами, потребуется большой срок и большие капитальные вложения для перехода на цифровую технологию (в Европе этот период занимает от 5 до 16 лет для разных стран). При переходе на цифровые технологии, по мнению РТРС ("Российская трансляционная распределительная сеть") – организации, которая ответственна за сеть распределения сигналов ТВ и ЗВ по территории страны, число ТВ и ЗВ программ федерального и регионального значения достигнет сотен единиц, при существующей доставке 4–5 федеральных и региональных программ.

Согласно Концепции развития национального ТВ вещания б. Минкультуры "при переходе к цифровому ТВ вещанию ставится задача сформировать и вещать в каждом из субъектов РФ вначале один, а затем два обязательных бесплатных пакета из 4–5 государственных программ. Кроме них, необходимо предусматривать формирование еще 4–6 пакетов из 5 программ каждый на смешанной основе для вещания в стандартном, высокой четкости и DVB-H форматах. Вместо пяти ныне существующих вещательных зон, учитывающих только разницу по времени, предлагается ввести семь зон (по числу федеральных округов), учитывающих и разницу по времени, и разные рекламные предпочтения потребителей на севере, юге, востоке и западе страны".

Казалось бы, что это потребует увеличения пропускной способности сети в десятки раз. Однако известно, что применение методов цифровой компрессии сигналов ТВ и ЗВ (особенно ТВ) позволяет резко сократить требуемую пропускную способность в 5–6 раз в настоящее время, а в дальней-

шем в десятки и может быть в сотни раз. Таким образом, в вопросе передачи ТВ и ЗВ программ и определении потребностей в их услугах действуют две прямо противоположные тенденции.

С одной стороны, требуемое число программ должно быть увеличено в 10–20 раз после перехода всего парка ТВ приемников и передатчиков на "цифру", что потребует резкого увеличения числа спутниковых стволов, а с другой, – применение цифровых методов передачи сигналов позволит резко сократить скорость передачи ТВ и ЗВ сигналов и тем самым сократить требуемую пропускную способность. Как пойдут эти процессы во времени – сказать сложно. Но можно ожидать, что ни тот, ни другой процесс не достигнет окончательного результата к концу рассматриваемого периода, но будут уравниваться друг друга.

Поэтому требуемая пропускная способность не возрастет слишком сильно (ожидается только в 5 раз) по отношению к существующей. Возможно на рост требуемой пропускной способности окажет влияние появившаяся новая услуга – цифровое кино, которая предлагает передачу в закодированном виде кинофильмов на периферийные (сельские) кинотеатры. С учетом всех изложенных факторов прием требуемое число спутниковых стволов для распространения программ ТВ и ЗВ в количестве 100.

В настоящее время рассматривается вариант использования одних и тех же спутниковых средств (службы ФСС и РСС) для организации распределения каналов ТВ и ЗВ и СНТВ, что является совершенно естественным. Поэтому в дальнейшем следует потребности в услугах ТВ, ЗВ и СНТВ рассматривать как потребность в одной, объединенной услуге.

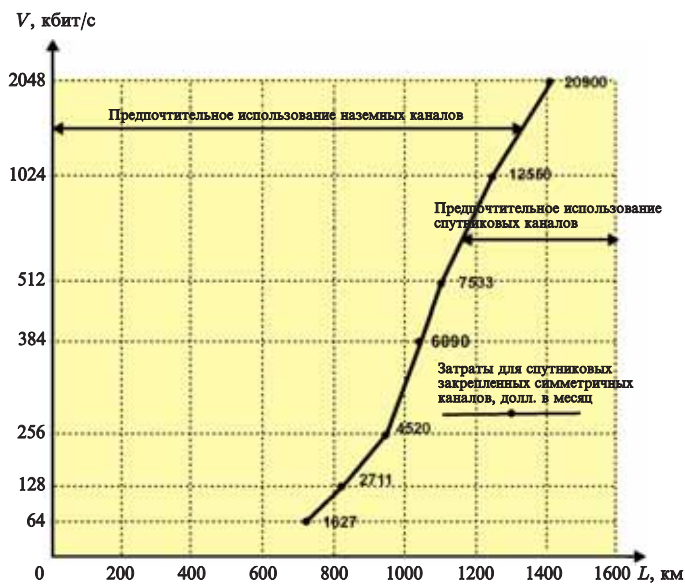
Обслуживание корпоративных и технологических сетей. Весьма заметная область применения спутниковых систем – корпоративные и технологические сети.

Известно, что многие предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК), а также железнодорожники и другие транспортники (речники, шоссейники) имеют весьма разветвленную производственную структуру, распространяющуюся даже за границу, для обслуживания которой необходимы сети связи. Еще с советских времен эти организации (ведомства) имели свои собственные сети связи, где успешно применялись спутниковые каналы. Потребность в спутниковых каналах для этих ведомств и новых корпораций возрастает.

Исходя из этого, говоря о перспективных потребностях в спутниковом ресурсе, следует учесть потребности в нем корпоративных и технологических сетей. В настоящее время на ГСО находятся три спутника "Ямал-100" и "Ямал-200", ресурс которых в большой степени расходуется в интересах "Газпрома" и других корпораций. В планах ОАО "Газком" – разработчика и владельца спутников "Ямал", предусматривается дальнейшее развитие своей группировки и запуск на орбиту до 10 новых КА.

По оценкам, потребность в спутниковых стволах для корпоративных и технологических сетей может составить несколько десятков до 2015 г.

О целесообразности использования спутниковых систем для передачи трафика на магистральной сети. Одним из основных участков применения спутниковых систем связи на заре их появления (наряду с передачей сигналов телевидения) была телефонная магистральная сеть. Казалось, что в силу большой протяженности магистральной сети и способности спутниковых систем перекрывать любые расстояния, эта сеть будет самым подходящим местом для применения спутниковых систем. Однако низкая пропускная способность спутниковых систем и, как следствие, низкая экономическая эффективность не позволили спутниковым системам составить конкуренцию многоканальным наземным системам передачи, особенно на волоконно-оптическом кабеле. Поэтому спутниковые системы уходят с рынка международных и межконтинентальных телефонных связей, где требуются очень большие пучки каналов, и перемещаются на региональный уровень. Препятствием для широкого применения спутниковых систем на



международных и магистральных сетях служит также большое время распространения сигнала (350 мс при использовании ГСО).

Поэтому сложилось мнение о целесообразности использовать спутниковые системы лишь при чрезвычайной ситуации в качестве резерва на магистральной сети на участках между междугородными и международными транзитными узлами. Конечно, отдельные операторы междугородной связи (особенно новые, которые пришли на магистральную сеть, не имея собственного наземного канального ресурса) вполне могут использовать спутниковые каналы на первом этапе своей междугородной деятельности, организуя с помощью спутниковых каналов небольшие пучки. На рисунке показано сравнение экономической эффективности спутниковых и наземных каналов большой протяженности при различных скоростях передачи. Видно, что в конкретных случаях применение спутниковых каналов выгоднее наземных. Однако с точки зрения перспективы вклад магистральных спутниковых каналов в общий баланс пропускной способности магистральной сети незначителен и не будет учитываться в наших расчетах. Действительно, ресурс наземных каналов магистральной сети к 2015 г. составит 10^{12} – 10^{13} бит/с (десятки терабит в секунду) в то время, как общий ресурс спутникового компонента не превысит 10^{11} бит/с (100 Гбит/с).

Оценка потребности в услугах подвижной спутниковой связи.

Среди новых услуг спутниковой связи выше называлась услуга подвижной спутниковой связи. В настоящее время эта услуга на территории России предоставляется с помощью российского сегмента системы "Глобалстар". Оператором российского сегмента является компания ОАО "Глобалтел". Клиентами ОАО "Глобалтел" являются 20 000 человек. Несколько тысяч российских граждан получают услуги подвижной спутниковой связи от системы "Турайя" (Объединенные Арабские Эмираты). В России имеются несколько тысяч подвижных ЗС, которые обслуживаются системой спутниковой морской связи "Инмарсат".

В конце 90-х годов прошлого столетия для оказания услуг подвижной спутниковой связи разрабатывались многие системы и проекты, использующие КА на круговых "не ГСО" орбитах. К ним относятся системы "Иридиум", "Глобалстар", "Айкоу", "Теледейстик" и многие другие. Однако все эти проекты, кроме "Иридиум" и "Глобалстар", не увидели света из-за "триумфального шествия по Земле" наземных систем подвижной радиотелефонной связи стандарта GSM и других стандартов.

Тем не менее потребность в подвижной спутниковой связи остается и всегда будет для тех областей территории, куда не смогут "шагнуть" наземные сети. Конечно, она всегда будет

небольшой, для небольшого числа пользователей, но она должна быть обеспечена. Не исключая из рассмотрения эту потребность вовсе и имея в виду необходимость создания спутниковых систем для целей подвижной связи, отметим очень большую специфику этих систем с точки зрения как построения КА, выбора орбит и наземной инфраструктуры, так и используемой полосы и диапазона частот.

Эта специфика усложняет разработку, проектирование и реализацию таких систем, делает их весьма дорогостоящими (почти на порядок дороже систем РСС). С точки зрения рассматриваемой задачи, вынесенной в заглавие статьи, требуемый ресурс пропускной способности для целей подвижной спутниковой службы (ПСС) весьма незначителен и исчисляется десятками тысяч низкоскоростных речевых каналов (несколько стволов в эквивалентном исчислении).

Учитывая невысокую нагрузку от пользователей подвижной спутниковой связи (100 мин. в месяц от одного абонента), потребуется один–два КА на ГСО или спутниковая система на ВЭО.

О несформировавшихся перспективных потребностях. В начале статьи говорилось о возможных новых перспективных услугах спутниковой связи, в частности, для распределения сигналов частот, распределения сигналов времени, мониторинга земной поверхности для личных интересов пользователей. Не имея пока возможности количественно оценить потребности в этих услугах, отметим, что для их организации уже используются специализированные спутники, например, навигационная система "Глонас", КА которой находятся на средневисотной орбите. Для мониторинга разрабатывается система зондирования Земли на базе сверхмалых КА (до 1 кг) на околоземных орбитах. Таким образом, следует иметь в виду, что потребности в спутниковом ресурсе должны обеспечиваться всей совокупностью спутниковых систем, использующих многообразие спутниковых орбит (ГСО, эллиптические, круговые (неГСО), околоземные).

Общее число спутниковых стволов для перспективных потребностей в услугах связи на период до 2010 г. и до 2015 г. Как видно из табл. 8, суммарная потребность в спутниковом ресурсе на 2015 г. составляет 1134 ствола. В этих объемах не учтены экспортные потребности, которые целесообразно принять в размере 25–30% от всего ресурса, т.е. около 340 стволов. Транснациональные спутниковые компании ("Интелсат", "Инмарсат" и другие) экспортируют до 100 % ресурса, поэтому 30% ресурса для нашего экспорта не кажется большой величиной. Кроме того, необходимо учесть дополнительные резервные стволы для использования как в виде скользящего резерва внутри каждого КА, так и запасных КА

Таблица 8

Услуги	Количество спутниковых стволов		
	2005–2010 гг.	2010–2015 гг.	Итого
Универсальное обслуживание	20 (2008 г.)	–	20
Телефонизация сельской местности	66	82	148
Информационное обслуживание сельских школ	70	100	170
Дистанционное образование	30	30	60
Телемедицина	150	150	300
Широкополосный доступ в Интернет	50	66	116
СНТВ	50	50	100
ТВ и ЗВ	50	50	100
Корпоративные и технологические сети	50	50	100
Спутниковая персональная связь	10	10	20
Итого:	546	588	1134
Стволы для экспорта	160	180	340
Резервные стволы	100	120	220

на орбите, которые могут быть включены в схему сети при возникновении соответствующих обстоятельств. Число резервных стволов следует иметь порядка 20 % от общего числа (как например, в системе "Глобалстар"), т. е. примерно 220 стволов.

Таким образом, с учетом двух последних соображений общий требуемый спутниковый ресурс к 2015 г. составит примерно 1700 стволов по 34 Мбит/с, а общая пропускная способность российского спутникового сегмента – около 60 Гбит/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные оценки и анализ перспективных потребностей в спутниковом ресурсе для планирования и разворачивания наземных сетей выявили необходимость существенного увеличения спутникового ресурса на ближайшие 10 лет (не менее чем в 5 раз). Общее число стволов в условном исчислении полосы частот ствола 36 МГц (точнее в условном исчислении скорости в стволе 34 Мбит/с) составляет ориентировочно 1700 единиц. В процессе разработки и обсуждения упомянутой ранее "Концепции..." [9] была записана величина значительно меньшая (650, правда из расчета пропускной способности одного ствола 50 Мбит/с), чем приведенная в настоящей статье. Однако автор считает, что реальная потребность скорее всего будет выше, так как многие факторы и обстоятельства, влияющие на ее величину, не были учтены при данном анализе.

В первую очередь, это относится к коэффициенту использования спутниковых каналов. Многие специалисты привыкли к требованию высокого использования спутниковых каналов в силу их дефицита и высокой стоимости. Это требование можно обеспечить, когда каналы работают в "закрепленном режиме" (например, на магистральной телефонной сети, при распределении ТВ и ЗВ), в режиме "предоставления каналов по требованию" (например, на внутризональных сетях).

Однако эти режимы ограничивают области использования спутниковых систем и снижают качество обслуживания. В будущем вопрос стоит о расширении областей использования спутниковых сетей, о расширении номенклатуры услуг, о повышении качества обслуживания. Это влечет за собой неизбежное снижение коэффициента использования каналов, значительное увеличение необходимой пропускной способности каналов и их числа для обслуживания одного и того же количество абонентов.

Особенно большой дополнительной пропускной способности требуют услуги, связанные с интерактивностью, которая изменяет характер общения, увеличивает время общения, увеличивает число каналов из-за необходимости создания обратных каналов.

Примером, к которому следует стремиться спутниковым сетям, являются наземные коммутируемые сети общего пользования, где во имя высокого качества обслуживания создаются свободные емкости и избытки канальных ресурсов. Достаточно сказать, что использование дорогостоящих магистральных наземных каналов составляет менее 0,5.

Второй фактор, который недостаточно учтен в прогнозных потребностях, это рост объема информации, рост требуемой широкополосности каналов. В расчетах этот рост соответствует 2 раза за 5 лет, хотя реальный рост предсказывается 10 раз и более за 5 лет [10]. Не учтены потребности в еще не сформировавшихся услугах.

Конечно, спутниковые системы имеют большой запас технологических возможностей, которые должны быть внедрены в новом четвертом поколении КА и позволят более экономично использовать спутниковый ресурс. Это – увеличение удельной скорости передачи на 1 Гц (бит/с·Гц); многократное использование полосы частот; межспутниковая связь и образование общего полнодоступного коммутационного поля и ряд других.

Но все эти новации должны быть направлены не только на сокращение спутникового ресурса и числа КА, но и на повышение качества обслуживания пользователей и, соответственно, на повышение доходов и экономической эффективности, а также роли спутникового компонента в ЕСЭ.

Автор признателен А.С. Юзжалину за полезные советы и замечания, сделанные при обсуждении статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Россия в цифрах. – Госкомстат, 2000–2004.
2. Транспорт и связь. – Госкомстат, 2001.
3. Постановление правительства Российской Федерации от 28 августа 2001 г. № 630 О федеральной целевой программе "Развитие единой образовательной среды (2001–2005 годы) // Сборник постановлений правительства. – 2001. – № 36.
4. **Громаков Ю.А.** Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Эко-Трендз, 2000.
5. **Кравченко Н.И.** Развитие WiMAX, перспективы его распространения в России // Мобильные системы. – 2005. – № 11.
6. Абонентская приемная спутниковая станция 0,6 м; 0,9 м; 1,2 м; 1,65 м. CROSNA/ Проспекты ЗАО "НПО КРОСНА", 2003.
7. Федеральная целевая программа "Электронная Россия" (2002–2010 гг.). – Москва, 2002. Коррекция Программы в 2003–2004 гг.
8. Концепция развития телемедицинских технологий в Российской Федерации. – Москва, 2001.
9. Концепция развития национальной системы спутниковой связи и вещания на период до 2015 г., одобрена НТС МС 16.07.2003. Постановление № НТС–7.
10. Концепция развития отрасли "Связь и информатизация" Российской Федерации/ Под ред. **Л.Д. Реймана** и **Л.Е. Варакина**. – М.: МАС, 2001.
11. **Емелин И.В.** Разработка телемедицинских стандартов в МОС // Документальная электросвязь. – 2006. – № 16.
12. **Казинов В.А.** Цифровые диагностические кабинеты и операционные как инструмент повышения качества и финансовой эффективности здравоохранения // Документальная электросвязь. – 2006. – № 6.

Получено после доработки 11.06.06