

Что нам готовит С-диапазон?

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ УПЛОТНЕНИЕМ



Владимир БОБКОВ,
к.т.н., технический директор
ООО «МВСатком»

В печати достаточно интенсивно обсуждается развитие спутниковых технологий в России, особенно на базе VSAT в приложении к интерактивным услугам связи [1]. При этом все надежды с бурным развитием спутниковой связи у нас в стране связываются с Ku-диапазоном. А что же С-диапазон?

Благодаря высоким техническим характеристикам современные спутники-ретрансляторы и в С-диапазоне способны обеспечить высокую пропускную способность станций VSAT с достаточными диаметрами антенн терминалов (менее 2,4 м). Что же, кроме более сложной и дорогой процедуры получения разрешительных документов, сдерживает развитие VSAT-технологий в С-диапазоне?

Приходится констатировать, что это все те же современные спутники.

В настоящее время ситуация со спутниками значительно изменилась — если до 2004 г. все системы, кроме КА «Ямал», строились по стандартной технологии без повторного использования частот, то сейчас практически все новые спутники, в том числе серии «Экспресс», имеют поля-

ризаационное уплотнение. Требования по кроссполяризационной развязке для работы в системе зафиксированы нормативными документами на соответствующие системы.

Так, по техническим требованиям к земным станциям для работы в сетях спутников «Горизонт», «Экспресс-А», «Экспресс-АМ», «Бонум-1», Eutelsat W4 (ФГУП «Космическая связь: Регламент по оказанию услуг связи. Модуль 41), антенная система, включая антенно-волноводный тракт ЗС (кроме ЗС VCS и VKX), должна обеспечить следующую кроссполяризационную развязку»:

- для КА «Горизонт», «Экспресс-А» и «Экспресс-АМ1» — не менее 19 дБ;
- для КА «Экспресс-АМ2» и «Экспресс-АМ3» — в части полосы частот не менее 19 дБ, в части — не менее 30 дБ;
- для КА «Экспресс-АМ11» — не менее 30 дБ во всем частотном диапазоне.

Для VSAT-станций требования к Кэ — не менее 0,92.

Эти новые требования к ЗС по поляризационным характеристикам впервые были озвучены представителями ФГУП «Космическая связь» на 10-й ежегодной конференции операторов и пользователей сети спутниковой связи и вещания РФ, прошедшей в г. Дубна 19–20 апреля 2005 г. В частности, было отмечено, что данные требова-

ния «определяют важнейшие характеристики ЗС, без выполнения которых земные станции не будут допущены к работе через спутники ГП КС» [2]. Как указывалось, значения находятся в области 30 дБ.

ОАО «Газком» в «Регламенте по взаимодействию с пользователями ресурса спутника «Ямал-200» в орбитальной позиции 49 град. в. д.» определяет следующий параметр: «Кроссполяризационная развязка, обеспечиваемая бортовой антенной на прием и передачу в пределах заданной зоны обслуживания, включая ее границу, составляет не менее 27 дБ». Для КА «Ямал-200» в точке стояния 90 град. в. д. это значение еще выше и составляет 30 дБ. (Известно, однако, что развязка определяется не только бортовой антенной, но и антенной ЗС, о требованиях к которой в регламенте ничего не сказано.)

Можно резюмировать, что на сегодняшний день функционируют уже 5 спутников, работа через которые возможна только в режиме поляризационного уплотнения.

Что это означает для земного сегмента? Прежде всего существенное усложнение спутниковых станций, независимо от того, это VSAT-терминал или нет, а также объективное повышение ее стоимости вследствие усложнения и удорожания антенной системы.

В работах [3–5] показано, что

приведенные выше характеристики можно получить только с использованием специализированных антенн с коэффициентом эллиптичности K_{Σ} более 0,94. Следовательно, ни о каком широкомасштабном развертывании систем в С-диапазоне говорить не приходится.

Кроме того, имеются жесткие ограничения на уменьшение диаметров антенн [3], которые могут быть использованы в системах с поляризационным уплотнением. Применение антенн менее 2,4 м в таких системах технически реализуемо только при определенных условиях (ограничениях).

Таким образом, возникает вопрос об экономической эффективности систем спутниковой связи с поляризационным уплотнением в С-диапазоне.

Как уже говорилось, работа в системах с поляризационным уплотнением значительно повышает стоимость оборудования ЗС. И если первые спутники («Ямал-100», «Экспресс-АМ2/АМ3») предусматривали некоторые возможности по маневру при расстановке частот в случае необходимости использования обычных антенн со стандартными характеристиками ($K_{\Sigma} = 0,8$), то новые КА («Ямал-200», «Экспресс-АМ11») такой возможности не имеют, поэтому все работающие через него земные станции как минимум должны оснащаться антеннами с $K_{\Sigma} > 0,94$. Практически, это означает отказ от приемственности в использовании земного сегмента и создание нового.

Анализ системы в целом, включая и космический аппарат, и земные станции, показывает, что и «земля», и «борт» становятся дороже (за счет установки на КА дополнительного приемопередаточного комплекта аппаратуры, более сложных антенных систем и т. д.). Очевидно, делается это для того, чтобы теоретически увеличить до двух раз частотный

ресурс, а следовательно, и доход от сдачи КА в аренду.

Основной вопрос, который должен быть рассмотрен при создании такой системы, — экономическая эффективность (есть ли она?) систем с поляризационным уплотнением по сравнению со стандартными КА без разделения по поляризации. В работе [4] показано, что по состоянию на 2004 г. частотный ресурс КА «Ямал-200» мог быть использован только на 65%, остальное недоиспользовалось за счет применения в сетях, работающих через этот спутник, стандартных антенн и старого парка ЗС.

При анализе эффективности необходимо учесть все факторы — повышение стоимости КА и антенн ЗС, количество работающих через КА станций, среднюю скорость пропускания VSAT терминала, время «заполнения» (сдачи в аренду) всего частотного ресурса КА стандартного и с поляризационным уплотнением.

Имеют ли описанные выше системы экономическую эффективность и, соответственно, будущее или это лишь временное явление, которое сегодня сдерживает развитие спутниковых

сетей в С-диапазоне?

Учитывая перечисленные факторы, ответить на этот вопрос сейчас достаточно сложно, но мы обязательно вернемся к нему уже на основе анализа развертывания реальных сетей на современных спутниках с поляризационным уплотнением.

Литература

1. Анпилогов В. Рынок интерактивных технологий VSAT в России и альтернативные решения // Connect! 2004. №3. С. 62–64.
2. ФГУП «Космическая связь». 10-я ежегодная конференция операторов и пользователей сети спутниковой связи и вещания РФ»: Тезисы докладов.
3. Бобков В. Ю., Ефимов М. В., Киселев А. М., Нагорнов В. И. Оценка требований по кроссполаризационным характеристикам антенн земных станций спутниковой связи // Connect! 2004. №2. С. 50–54.
4. Бобков В. Ю., Ефимов М. В., Киселев А. М. Использование поляризационного разделения сигналов в системах спутниковой связи России // Connect! 2004. №4. С. 120–123.
5. Бобков В. Ю., Ефимов М. В., Киселев А. М. О формировании требований к современным антеннам для сетей VSAT // Connect! 2004. №8. С. 52–55.



Microwave and Satellite Communications

ООО «МВСатком»
e-mail: info@mwsatcom.ru
www.mwsatcom.ru

Тел: (095) 788-78-61, Факс: (095) 670-37-49

Компания специализируется на поставке оборудования для спутниковых станций и сетей, интеграции проектов по системам связи.

Обеспечивает поставку, гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования более 20 зарубежных и отечественных производителей, что способствует достижению оптимального соотношения «цена — качество» по каждому конкретному проекту.

Ее партнерами являются ведущие отечественные производители спутникового оборудования РАДИС и ЦСР МНИИРС, NJRC, ComtechEFData, Andrew, Codan, ELTECO, Agilis, Advantech, AnaCom, Space Machine&Engineering, Sector Microwave и многие другие.

Спектр поставляемого оборудования полностью перекрывает потребности заказчиков: от отдельных элементов (разъемов, волноводов, кабелей) и блоков (модемов, трансиверов, ВУС, усилителей мощности, антенн и т. д.) до готовых сертифицированных земных станций С- и Ku-диапазонов.

