

# Современные антенны для VSAT-систем

Тезисы доклада

Бобков В.Ю.

Кандидат технических наук

*В докладе дается обзор состояния рынка и применений VSAT-технологий и определение направления развития антенных систем земных станций.*

В докладе антенные системы рассматриваются с различных точек зрения:

- развития в историческом плане;
- по применению в различных типах сетей спутниковой связи
- по применению в различных типах систем спутниковой связи

В начале доклада дается краткая характеристика существующей на сегодняшний день литературы (периодика, учебники, монографии) и отмечается большое незаполненное информационное пространство между сугубо научной и популярной литературой по спутниковой связи.

Антенные системы, являясь частью системы более высокого уровня, развиваются так же, как и сама система – меняются решаемые задачи и выполняемые функции системы, меняется и облик антенных систем.

Основную свою функцию, которую можно сформулировать следующим образом – преобразование радиоволн в электрические токи и напряжения – антенные системы должны выполнять независимо и при постоянно изменяющихся требованиях телекоммуникационного рынка.

Для понимания прошедших в последние годы изменений на рынке спутниковых телекоммуникаций приведу краткие характеристики сетей VSAT до 2000 года и в настоящее время.

Коротко их можно охарактеризовать следующим образом – массовый переход от многофункциональных корпоративных сетей к узкоспециализированным, решающим конкретную задачу (телефония, передача данных, телевидение, интернет). Каждая задача формирует свои специфические требования к земным станциям VSAT и оборудованию, в нее входящего.

Чтобы показать роль и место антенной системы в составе ЗС, приведем соотношение цен на составляющие ЗС по состоянию на 1997, 2001 и 2003 года. ЗС условно разделена на 3 крупных составляющих - антенные системы, приемопередающий модуль, каналообразующее оборудование.

Если в 1997 году удельный ценовой вес антенны в составе типовой ЗС составлял 6%, в 2001 году – 11%, то по состоянию на 2003 год – 15%.

Видно, что доля антенн в стоимости станций постоянно увеличивается. Это происходит, прежде всего, за счет сильного удешевления микропроцессорной техники аналогично с ситуацией на компьютерном рынке. В свою очередь, металл дешевле не становится.

Это изменение в «расстановке сил» внутри ЗС я считаю основным, с точки зрения производителей антенных систем для сетей VSAT, произошедшим за

последние пять лет и которое должно быть проанализировано и учтено всеми изготовителями.

Рассматривая технические аспекты работы ЗС типа VSAT, то можно выделить две группы станций для работы в двух типах сетей:

- ✓ Работа в замкнутой системе (типа ViaSat, Gilat, Hughes)
- ✓ Работа в открытой системе

Принципиальное отличие этих двух типов станций – соответствие принципу ППМ – «последовательной постепенной модернизации», который предоставляет возможность планомерного развития системы по мере морального старения оборудования, появления новых типов аппаратуры и необходимости решения новых задач.

Понятно, что второй вариант развития системы более профессиональный, более очевидный, в конечном счете, более экономически выгодный и поэтому должен быть более предпочтительным при построении сетей.

Однако, в этом случае вмешиваются «менталитетные факторы». Широкое распространение в России получила покупка систем «под ключ», чего раньше не наблюдалось, включая даже то, что можно и нужно производить и покупать в России – антенные системы, аппаратные стойки, делители/сумматоры и т.д.

Ситуация объясняется нежеланием или неспособностью заказчика или интегратора сети приложить усилия для нормального грамотного проектирования сети связи и, таким образом, оптимизации затрат на ее создание и, с другой стороны, создание системы, четко отражаемой структуру того бизнеса, для которого эта сеть построена.

Вместо этого мы наблюдаем «проглатывание» того, что преподносят нам в качестве готовых решений западные поставщики. Несмотря на то, что эти сети были спроектированы именно под их запросы, в соответствии с их пониманием ситуации в стране, регионе и т.п., под их уровень развития инфраструктуры и отраслей народного хозяйства и их погоды, наконец.

В данном случае для изменения ситуации, необходима агрессивная маркетинговая политика по захвату отечественного рынка, вплоть до проведения в жизнь законодательных актов по ограничению ввоза и применению продукции, которая производится на внутреннем рынке и которая имеет действительно хорошие показатели по качеству и цене. Эту мысль поддерживают многие отечественные производители высококачественного оборудования. Объективно, именно к такой продукции относятся антенные системы НПО ПМ-Развитие.

В России рынок VSAT сетей развивается достаточно медленно, но все же в реализации находится достаточно много крупных проектов. Одно из положительных изменений в этом направлении – недавнее решение ГКРЧ об упрощении процедуры регистрации станций VSAT Ku-диапазона в определенной полосе частот. В этой связи потребительские свойства современных антенн для VSAT систем можно охарактеризовать следующим образом:

Диаметры антенны	1.2, 1.5, 1.8, 2.4 м
Диапазон рабочих частот	стандартные С и Ku-диапазоны расширенные С и Ku-диапазоны
Опция	работа с поляризационным уплотнением

Приведенные данные по расчету пропускной способности каналов полносвязных VSAT сетей в зависимости от диаметра антенны показывают, что обеспечивается достаточно высокая пропускная способность станции, удовлетворяющая в своем большинстве потребности в телефонном трафике, передаче данных и Интернете.

Рассмотрены два частных случая специального применения антенных систем.

Первый - двухдиапазонная НАС 1.5 м с приемом в С-диапазоне (круговая поляризация) и передачей в Ku-диапазоне (линейная поляризация). С учетом указанного выше Решения ГКРЧ, данная конфигурация АС может быть достаточно востребована, так как использует и объединяет преимущества уже существующих сетей и телепортов в С-диапазоне и простоту получения разрешительных документов для работы на линии «вверх».

Второй – работа в СССРВ «Ямал» с поляризационной развязкой.

В работах [1-3] определены требования по уровню поляризационной развязки в радиолиниях и характеристик АС для работы в таких системах. Приходится констатировать, что на сегодняшний день удовлетворительные результаты по поляризационной развязке могут быть достигнуты применением в составе связных ЗС только антенн производства НПО ПМ-Развитие, у которых для серийно выпускаемых антенн значение  $K_{\Sigma} \geq 0,94$ . Применение этих антенн в совокупности с координацией распределения частотно-энергетического ресурса позволяют обеспечивать требуемую кроссполяризационную развязку и увеличить пропускную способность системы почти в 2 раза.

Проведенные в [2] расчеты систем с поляризационным уплотнением (на примере СССРВ «Ямал-200») показывает, что при использовании существующего оборудования частотно-энергетический ресурс КА может быть потенциально реализован в настоящее время максимум на 65%, т.е. 35% ресурса будет недоиспользоваться.

Эту критическую ситуацию можно исправить путем целенаправленного проведения соответствующей технической политики, разработки и систематической коррекции комплексной Программы создания и развития СССРВ, применением самых современных видов оборудования, в т.ч. антенн. Главный тезис противников применения таких антенн состоит в более высокой стоимости оборудования АС.

Для примера в докладе приведены результаты расчета окупаемости применения в системе с поляризационным уплотнением антенны 2.4 м и типичного режима работы радиоканала со сверточным кодированием и коэффициентом кодирования 7/8 и модуляции QPSK и для различных скоростей передачи информации от 32 кбит/с до 2048 кбит/с.

Показано, что за счет 100-процентного (двойного) использования частотного ресурса даже для канала со скоростью всего 32 кбит/с увеличение стоимости антенны окупается за срок порядка 10 месяцев, а для канала 512 кбит/с – примерно за месяц.

Отдельная часть доклада посвящена теме оптимизации затрат на создание и эксплуатации спутниковой сети в течение заданного времени, где одним из основных составляющих оптимизации является антенная система [4].

На основе данных о сложившейся стоимости оборудования на рынке спутниковой связи в России получены значения минимальной стоимости конфигурации «усилитель мощности-антенна» для реализации заданного значения ЭИИМ ЗС в диапазоне от 41.7 дБВт до 77.8 дБВт в С-диапазоне. Диапазон рассмотренных значений ЭИИМ перекрывает практически все потребности при

создании спутниковых сетей в С-диапазоне, что определяет практическую применимость полученных результатов.

В связи многообразием используемого оборудования данный вопрос является достаточно актуальным, однако недостаточно освещен в печати, а зачастую его рассмотрением пренебрегают при создании систем спутниковой связи и выбор оборудования происходит «на глазок».

Показано, что далеко не всегда минимальное по первоначальным затратам техническое решение обеспечивает минимальные расходы в течение определенного срока эксплуатации системы. Так, при 10-ти летней эксплуатации и работе через КА «Экспресс» в С-диапазоне для разных значений ЭИИМ (скоростей передачи информации) оптимальными являются следующие конфигурации:

ЭИИМ, дБВт	Усилитель, Вт	Антенна, м
42	5	2.4
45	5	3.7
48	5	3.7
51	5	3.7
54	10	3.7
57	20	3.7
60	40	3.7
63	75	3.7
66	150	3.7
69	350	3.7
72	350	5.0
75	350	7.0

Видно, что в 90% случаев реального применения в данной системе должны быть использованы антенны 3.7 м, чего мы не наблюдаем на практике по указанной выше причине – отсутствия алгоритмически-методической базы у разработчиков сетей связи.

В заключении сформулированы некоторые выводы:

1. Начиная примерно с 2000 года, изменился подход к предоставлению услуг спутниковой связи
2. Изменился подход к построению сетей
3. VSAT-технологии поменялись, зеркально отобразив эти изменения в своей структуре
4. Сформировались новые требования к оборудованию,
5. Которые должны быть подкреплены созданием четкой теоретической и методической базой для оптимального использования частотно-энергетического ресурса

и определены перспективные задачи с точки зрения изготовителей антенных систем, основная из которых - необходимость менять маркетинговую политику, включая:

- Расширение и захват рынка антенных систем в России
- Выход на рынок СНГ
- Выход на зарубежный рынок

без постановки и решения которой сегодня невозможно противостоять на рынке иностранным компаниям.

Литература:

1. Бобков В.Ю., Ефимов М.В., Киселев А.М., Нагорнов В.И. Оценка требований по кроссполяризационным характеристикам антенн земных станций спутниковой связи. Connect, 2004, №2, с.50-54.
2. Бобков В.Ю., Ефимов М.В., Киселев А.М. Использование поляризационного разделения сигналов в системах спутниковой связи России. Connect, 2004, №4, с.120-123.
3. Бобков В.Ю., Ефимов М.В., Киселев А.М. Антенны для спутниковых и радиорелейных систем связи производства ОАО «НПО ПМ Развитие» Connect, 2004, №5, с.51-53.
4. Бобков В.Ю., Ефимов М.В., Киселев А.М. Выбор оптимальных параметров земных станций при проектировании спутниковых линий связи Connect, 2004, №3, с.62-64.