ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

RESEARCH OF EXISTING AND PERSPECTIVE PERSONAL SATELLITE RADIOTELEPHONE COMMUNICATION SYSTEMS

УДК 612.141

Д.В. ДОРОШЕНКО – студент, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, группа ПИ-119, E-mail: danilka.doroshenko@bk.ru

В.П. Галас – научный руководитель, к.т.н., Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра БЭСТ, E-mail: vpgalas55@gmail.com

D.V. DOROSHENKO - student, Institute of Information Technologies and Radio Electronics, Department of BEST, group PI-119, E-mail: danilka.doroshenko@bk.ru

V.P. Galas - scientific adviser, Ph.D., Institute of Information Technologies and Radio Electronics, Department of BEST, E-mail: vpgalas55@gmail.com

Аннотация. Проанализирована доступность мировых наземных и спутниковых систем связи. Отмечено, что несмотря на бурный рост кабельных сетей, обусловленный простотой и относительно низкой стоимостью, охват ими больших территорий затруднен из-за ландшафтных различий и климатических условий отдельных местностей, а также является экономически не целесообразным для всех стран мира. Представлен сравнительный анализ различных систем спутниковой связи, позволяющий прогнозировать их влияние на будущее развитие различных отраслей промышленности, экономику стран, а также на условия жизни населения.

Annotation. The availability of global terrestrial and satellite communications systems is analyzed. It is noted that despite the rapid growth of cable networks due to simplicity and relatively low cost, their coverage of large territories is difficult due to landscape differences and climatic conditions of individual areas, and is also not economically feasible for all countries of the world. A comparative analysis of various satellite communication systems is presented, allowing to predict their impact on the future development of various industries, the economies of countries, as well as on living conditions of the population.

Ключевые слова: спутниковая связь; спутник; развитие спутниковой отрасли; Интелсат, Интерспутник.
Key words: satellite communications; satellite; satellite industry development; Intelsat, Intersputnik.

Введение

Во всем мире существуют области с низкой плотностью населения и сложным географическим ландшафтом. С экономической позиции эффективнее предоставлять этим областям услуги современной спутниковой связи, отличающейся рядом преимуществ в сравнении с кабельными системами. Спутниковая связь интенсивно используется при реализации важных национальных проектов, в том числе для эффективного решения задач национальной безопасности, в целях социально-экономического развития государств и успешного международного сотрудничества. На сегодняшний день развитие спутниковой сферы сложно представить без ее связи с наземными сетями. Большинство изменений в инфраструктуре значительно влияют как на услуги спутниковой связи, так и на характеристики систем. Сегодняшний рынок спутниковой связи очень динамичен, подвержен значительным колебаниям цен, кризисам перепроизводства, резким изменениям в перспективе спроса на те, либо иные услуги. Данные обстоятельства требуют адаптации космических

перспективных аппаратов к разным зонам обслуживания, а также быстроты реакции программы спутниковой группировки на сменившиеся условия. Поэтому, для поддержания динамики развития спутниковой отрасли нужен комплексный подход, и более конкретно – использование не только геостационарных спутников, но также и спутников на низких орбитах. При этом нужно учитывать особенности строения космического сегмента, недостатки и преимущества всех типов спутниковых систем.

Перспективы развития спутниковой отрасли

Очень сложно сломать сложившиеся стереотипы у людей касательно того, что спутниковая связь – это «дорого и медленно». Отрасль спутникового вещания и связи является главнейшим сегментом мирового телекоммуникационного рынка. Развитие программных и аппаратных средств позволило внедрять новые, неизвестные раньше услуги (звуковое вещание, телевизионное вещание сверхвысокого и высокого разрешения, широкополосный доступ и прочие), что привело к росту спроса на спутниковую емкость. В России перспективы становления области спутниковой связи зависят напрямую от будущего некоторых составляющих: наземного (оборудование) и космического (спутники) сегментов, рынка потребителей, операторов связи, формирующих из данных компонентов конечную услугу для потребителей. Невзирая на то, что первый спутник Земли запустил Советский Союз, удержать первенство в данном высокотехнологическом сегменте ему не удалось, поэтому в конце двадцатого века как раз западные VSAT-технологии совершили революцию, превратив спутниковую связь в доступное для обширной категории пользователей средство связи во всем мире. Необходимо признать, что уровень прогресса в данной области связи в РФ еще далек от совершенства. При всех экономических и географических предпосылках для его роста российский спутниковый рынок составляет лишь несколько процентов от

всемирного пирога. Рассматривая спутниковую индустрию комплексно, хотелось бы отметить ряд перспективных направлений:

- Освоение Ka – диапазона;
- Российское оборудование на рынке VSAT;
- Применение спутников с высокой пропускной способностью (HTS);
- IoT – интернет вещей Освоение Ka – диапазона К одному из новых направлений становления спутниковой связи в начале 90-х годов относятся системы связи на основе низкоорбитальных Ka . Большой интерес к низкоорбитальным системам спутниковой связи объясняется возможностью оказания услуг персональной связи, включающих радиотелефонный обмен с применением сравнительно недорогих спутниковых малогабаритных терминалов. Низкоорбитальные системы дают возможность обеспечить качественную связь с терминалами, расположенными в любом уголке Земли, и почти не имеют альтернативы в ходе организации связи в областях с маленькой плотностью населения и малоразвитой инфраструктурой связи. В нашем государстве знакомство с Ka – диапазоном состоялось совсем недавно и было весьма осторожным, поскольку до некоторого момента было вполне достаточно спутниковой емкости для обеспечения потребностей внутреннего рынка спутниковой связи. Однако, со временем, из-за резкого увеличения спроса на пропускные способности спутниковых каналов, возникшего после появления приложений «в реальном времени», передачи ТВ каналов (HDTV, 3DTV) с помощью IP-сетей, развития проводных сетей ШПД и социальных сетей, передачи огромных объемов данных, недостаток спутниковой емкости стал очевиден. Данная проблема требовала радикального решения, что послужило одной из причин создания спутников Ka – диапазона, имеющих высокую пропускную способность (High-ThroughputSatellite – HTS) и многолучевую архитектуру, принципиально отличающихся этим от классических спутников связи и C – и Ku – диапазонов.

Спутники C – и Ku – диапазонов используют обычно широкие лучи, захватывающие целый континент либо крупное государство, например,

такое, как Россия. При этом передаваемые по лучу сведения можно принимать в любой точке данной зоны. Следует заметить, что такая обширная зона обслуживания, хотя и является преимуществом для телевизионного вещания и корпоративных приложений, малоэффективна для доступа в интернет. Спутники Ka – диапазона действуют по иному принципу: они используют много точечных лучей, каждый из которых покрывает конкретный регион. Благодаря этому, с использованием одного и того же спектра, спутник Ka – диапазона может передавать намного больше данных, чем классический спутник Ku – диапазона, применяющий широкий контурный луч [6]. Ранее все спутниковые операторы работали в Ku – или C – диапазоне, как наиболее устойчивым к изменениям погоды. Этого к сожалению, нельзя сказать о Ka – диапазоне, проблемная особенность которого – повышенный запас по силе сигнала на спутниковой линии, что обуславливается большей чувствительностью к негативными погодными условиями. В сравнении с Ku – диапазоном, запас которого составляет 2-3 дБ для предоставления определенной доступности сервиса, в Ka – диапазоне нужен запас в 6-9 дБ. Поскольку данный диапазон чувствительнее к погодным условиям, ему нужна соответствующая техническая проработка решения, в особенности для корпоративных заказчиков. К числу плюсов Ka – диапазона нужно отнести увеличение полосы частот. Сегодня наиболее распространенной антенной для Ka – диапазона выступает тарелка с диаметром 74 см, что влечет за собой снижение цены спутникового терминала, а главное – его перевозки и монтажа, то есть набор спутникового оборудования будет доступнее для конечного потребителя. За совсем небольшой для спутниковой связи период работы Ka – диапазона стало уже ясно, что, безусловно, он может соперничать с Ku – диапазоном. Следующей проблемной особенностью является доступность этой услуги. Если для Ka – диапазона обеспечение доступности канала связи 99-99,5% не представляет сложностей, то для Ka – диапазона показатель доступности в среднем остается в районе 98-99%. В ряде случаев это может оказаться

неприемлемым для оказания качественных услуг по передаче трафика реального времени, в частности для телефонной связи, видео-конференцсвязи, корпоративной телефонии, работы систем m2m SCADA, и прочих онлайн-приложений, требовательных к темпам передачи информации. С учетом названных проблем рассуждать о широком применении Ka – диапазона в корпоративном рыночном сегменте пока преждевременно. Однако, компании ряда секторов, таких как банковский, геологоразведочный, нефтегазовый, а также строительные фирмы, имеющие непростую территориально разделенную инфраструктуру в разных регионах государства, уже сейчас проявляют заинтересованность и начинают использовать услуги в Ka – диапазоне. Цена этих услуг составляет большую конкуренцию беспроводным и оптическим системам связи, что объясняет востребованность таких спутниковых сервисов даже в районах с хорошо развитой инфраструктурой наземной связи, чего не могли себе позволить сервисы с Ka – диапазоном. В малонаселенных регионах, где наземные оптические каналы связи отсутствуют, Ka – диапазон способен обеспечить операторам мобильной связи новое развитие ШПД в труднодоступных районах, а из-за невысокой стоимости услуги в Ka – диапазоне также могут быть востребованы и в госсекторе. Отметим еще раз, что, хотя спутники Ka – диапазона и дороже в 2-3 раза, общая цена передачи информации в расчете на 1 бит данных оказывается намного ниже, чем у спутников с Ku – диапазоном. Поэтому такая архитектура оптимально подходит для предоставления доступа к сети интернет.

Следовательно, при меньшей цене за 1 бит данных и значительной пропускной способности спутники Ka – диапазона предоставляют новые возможности для прогресса отрасли спутниковых коммуникаций. Постепенно Ka – диапазон становится главным диапазоном для спутниковой передачи информации. Всего несколько лет тому назад судьба Ka – диапазона еще была спорной, а сегодня уже запущено, либо планируются к запуску более 30 новых спутников, поддерживающих Ka – диапазон.

Некоторые спутники оснащены только несколькими транспондерами Ka – диапазона, тогда, как другие созданы исключительно для передачи информации по многолучевой технологии в Ka – диапазоне. Можно уверенно утверждать, что область Ka – диапазона вышла из своего промежуточного состояния, когда только единицы отваживались на его применение, в то состояние уверенности, когда уже многие операторы добавляют к своим спутникам поддержку Ka – диапазона либо создают многолучевые целевые спутники. Весь 2016 г. в России проходил под эгидой освоения Ka – диапазона, и теперь состоялся наконец-то полноценный запуск в эксплуатацию российских проектов в данном диапазоне на российских космических аппаратах «Экспресс-АМ6», «Экспресс-АМУ1» и «Экспресс-АМ5». Это большой шаг вперед с позиции развития рынка России, который будет продвигать спутниковую область вперед. Для Ka – диапазона в России раскрываются широкие перспективы: применение этой технологии позволит сравнительно недорого и быстро устанавливать широкополосную связь в каждом регионе Российской Федерации. И хотя, использование Ka – диапазона создает ряд новых сложностей в реализации наземного участка сетей, нужно не только обеспечивать повышенную производительность наземного участка без уменьшения надежности связи, но также обеспечивать конкурентоспособность стоимости абонентских терминалов. И поэтому необходимо повышать уровень выпуска российского оборудования на рынке VSAT. Низкоорбитальные системы рассматривались специалистами еще на заре появления спутниковой связи, однако, до недавнего времени не имели широкой популярности. На то был ряд причин, из которых важное место отводится определенной инерции суждений и взглядов, согласно которой: хорошо, когда спутник «виден непрерывно и долго», а еще лучше «неподвижен для наблюдателя», то есть, он находится на геостационарной орбите. В наше время, эти суждения не воспринимают так серьезно, как это было раньше, и потому началось быстрое развитие низкоорбитальных Ka . Возникновение нового Ka – диапазона повлекло за собой изменение данной

устоявшейся схемы и явило собой следующий важный этап для эволюционного развития услуг спутниковой связи. Российское оборудование на рынке VSAT VerySmallApertureTerminal (VSAT) – это наземные терминалы, выполняющие двустороннюю передачу информации в диапазонах Ku и C через спутник. Подобные системы способны обеспечивать потребителю полный перечень телекоммуникационных услуг. В 2017- 2018 гг. ситуация на рынке VSAT останется сложной, большого роста спроса ожидать не придется, а конкуренция среди поставщиков услуг будет существенной. Всем участникам этого рынка придется уделять внимание оптимизации собственных решений. В нашем государстве наземное оборудование для спутниковых систем связи почти не производится, и поставки его даже на российский рынок занимают очень незначительное место. Повышение рублевых цен на зарубежное оборудование, а также ограничения на поставки в Россию ряда компонентов спутниковых сетей будут и дальше способствовать популярности российских продуктов. Однако полностью производить и комплектующие, и компоненты для VSAT в ближайшее время, скорее всего, не удастся, поскольку для этого нужно много усилий и времени. HTC – спутники HighThroughputSatellite (высокопроизводительный спутник) – это спутник, производительность которого превышает во много раз производительность классических спутников при равном объеме частот, выделенных спутнику. Благодаря пуску космических аппаратов с высокой пропускной способностью (HTS) имеющаяся спутниковая емкость за ближайшие два года увеличится по всему миру минимум вдвое. Скорее всего, данный ресурс удовлетворит все потребности участников рынка на десятилетия вперед. В HTS-архитектуре используются два типа лучей – центральные лучи (Feederbeams), а также пользовательские лучи (Userbeams). Обычно центральных лучей насчитывается от 1 до 4, в них находятся телепорты (центральные станции сети). Ширина подобных лучей совсем небольшая – около 150-200 км. В пользовательских лучах расположены абонентские стации VSAT. У них зоны

обслуживания немного больше – от 300 до 400 км. Хочется заметить, что первым в России HTS-аппаратом, выведенным на орбиту в декабре 2013 г., стал «Экспресс-АМ5» ГП «Космическая связь». Применение спутников с высокой пропускной способностью (HTS) с целью предоставления доступа к интернету частным пользователям и, кроме того, средним и малым предприятиям, обеспечивает максимум возможностей по более низким ценам, предоставляя доступ к новым услугам на высоких скоростях. На территории РФ спутники HTS пока еще не выступают конкурентами стационарным спутникам, однако по мере их распространения на российском рынке и дальнейшего развития, они будут все более активно соперничать с геостационарными спутниками, так как HTS позволяет более гибко применять действующее наземное оборудование. Многое будет зависеть от цены и пропускной способности тех каналов, которые были организованы с помощью HTSспутников. Роль спутниковой связи в развитии интернета вещей (IoT) IoT – это неминуемое будущее, так как уже сейчас существенную часть трафика занимает межмашинное взаимодействие, и оно продолжает интенсивно расти. В обозримом будущем интернет вещей все глубже станет проникать во все области жизни, и, несомненно, в некоторых регионах для обмена машинным трафиком будет возможно эффективно применять спутниковую связь. Именно спутниковая связь, благодаря географическому охвату и гарантируемой передаче данных, станет одной из основных технологий для IoT в таких сферах как нефти- и газодобыча, авиация, морское судоходство. Компании смогут использовать спутниковую связь для работы большого спектра IoT – приложений. Технологии спутниковой связи позволят дополнить уже существующие наземные сети, заполнив пробелы и став технологией, позволяющей более полно обеспечить работы IoT – сервисов.

Литература

1. Кукк К.И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее // М.: Горячая линия. – Телеком, 2015.

2. Кузовкова Т.А., Тимошенко. Л.С. Анализ и прогнозирование развития инфокоммуникаций: Учебное пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009.

3. Вещунов В.С. О взаимодействии МОКС «Интерспутник» со странами СНГ. – М.: 2015.

4. Крылов А.М. Спутниковые системы связи и вещания. Состояние и перспективы развития. – М.: 2014.

5. Алымов С.Г. Каждому по потребности. Рынок услуг спутниковой связи в России. «Connect!», 2011. – № 12. – С. 48-51.