

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

*Е.Е. Бабышева, магистрант ФГБОУ ВО РЭУ им. Г.В. Плеханова, katenzzz@bk.ru*

**УДК 621.396**

**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.

**Ключевые слова:** спутниковая связь; спутник; развитие спутниковой отрасли; Интелсат, Интерспутник.

### PROSPECTS OF SATELLITE COMMUNICATION DEVELOPMENT

*Ekaterina Babysheva, a first year master's degree student FGBUU RGU n\ a G.V. Plekhanov*

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

**Keywords:** satellite communication, satellite, development of satellite industry, 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.

## **Место спутниковой связи на телекоммуникационном рынке**

Сегодня мир находится на этапе информационного бума. Ежегодно изменяются технологии обработки и передачи данных, причем главную роль в этих процессах исполняют беспроводные виды связи, основанные на спутниковых и локальных сетях. Вся инфраструктура связи, включающая транспортную среду, сети доступа и коммутационное оборудование, развивается с огромной скоростью. Такие сети, как международные и национальные вынуждено переходят на новую цифровую ступень, поскольку существующие аналоговые сети и линии связи не могут больше удовлетворить все потребности рынка.

Основным способом передачи данных в 60-х гг. выступал медный кабель, имеющий естественные, непреодолимые для тех времен ограничения, обусловленные недостаточной пропускной способностью. Однако, растущий поток информации требовал ежегодно новых средств ее передачи с большей способностью пропускания, и потому уже к середине 60-х гг. наиболее перспективным способом реализации телевизионных передач и дальней телефонии стали развивающиеся спутниковые линии связи [1-4].

На сегодняшний день отрасль спутникового вещания и связи входит в число главнейших элементов общемирового рынка телекоммуникаций. Одна из основных причин такого быстрого развития этого направления состоит в том, что она всегда являлась коммерчески выгодным видом деятельности и потому динамично развивалась, и привлекала капитал. Следует также отметить, что применение космических технологий не только существенно повысило продуктивность систем связи, но и позволило связать друг с другом напрямую наиболее удаленные части земного шара.

Строительство новых систем передачи данных тесно связывается с прогнозами развития услуг связи, а также с более рациональным распределением объемов и видов услуг между спутниковыми, радиорелейными, волоконно-оптическими системами. Подобное прогнозирование, основанное на исследовании тенденций развития средств и систем связи и оказываемых услуг, особенно важно в современных экономических условиях.

В наше время существует два вида спутников: низкоорбитальные и геостационарные.

Геостационарными спутниками называют спутники, находящиеся на геостационарной орбите.

Геостационарной орбитой называют орбиту, расположенную над экватором Земли ( $0^\circ$  широты). Находясь на ней искусственный спутник вращается по окружности со скоростью, равной угловой скорости обращения Земли вокруг своей оси.

На сегодняшний день геостационарные спутники выполняют большое количество разнообразных задач, включая телекоммуникационные, определение местоположения объектов, радиосвязь в ультракоротковолновых диапазонах.

Внедрение спутниковых систем играет исключительную роль в социальном и экономическом развитии как всего государства в целом и позволяет поднять на качественно новый уровень сотрудничество между разными странами. Так, например, системы спутникового вещания и связи позволили уравнивать потребности многих миллионов людей во всем мире, в особенности живущих в малонаселенных и труднодоступных местностях. С развитием этих систем у жителей этих регионов впервые появились возможности принимать в реальном времени каналы центрального телевидения.

Однако вместе с очевидными преимуществами, геостационарные системы связи не свободны и от недостатков. Одной из наиболее важных проблем на нынешнем этапе является формирование изображения видимой поверхности. Из-за большого расстояния орбит геостационарных спутников до Земли для решения таких задач они не подходят. Поэтому, наряду с геостационарными, необходимо совершенствовать низкоорбитальные системы спутников. Особенность этих спутников состоит в том, что они имеют сильно вытянутые эллиптические орбиты, позволяющие заходить в течение короткого времени в плотные слои атмосферы достаточно близко к фотографируемой поверхности.

Низкоорбитальные ССС (спутниковые системы связи) – это спутники, у которых орбитальные высоты находятся в пределах от 700 до 1500 км. В низкоорбитальной группировке может содержаться от одного до нескольких десятков некрупных спутников весом до 500 килограммов.

### **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 [5].

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 [7].

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-АМб», «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 [8].

#### *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 станции VSAT. У них зоны обслуживания немного больше – от 300 до 400 км [9].

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 HTS-спутников.

#### *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 [10]. 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 позволяют дополнить уже существующие наземные сети, заполнив пробелы и став технологией, позволяющей более полно обеспечить работы IoT – сервисов [11-14].

#### **Заключение**

В России существуют все основания для того, чтобы занимать лидирующие позиции на общемировом рынке спутниковой связи: собственный большой рынок, где все спутниковые технологии незаменимы, рынки бывших стран СССР, лояльные к российским технологиям, государства третьего мира, где сохранилось еще уважение к разработкам и специалистам из России. В РФ существуют около 10 тыс. населенных пунктов (север России, Сибирь) с населением свыше 3 млн человек, в которые никогда не будут проведены ВОЛС из-за отсутствия экономической целесообразности, а также особых природных условий. Также за границей – в Юго-Восточной Азии, Южной Америке, Африке сегодня насчитываются около 1,3 млрд человек, которые смогут получить интернет лишь по спутниковым каналам, поэтому спутниковая связь и вещание еще долгое время будут считаться коммерчески выгодной космической деятельностью.

Российские спутники и оборудование VSAT могут составлять конкуренцию иностранным лидерам данной отрасли, и, радует, что оборудование и емкости уже востребованы, доступны и применяются за границей.

Для успеха недостаточно внутреннего партнерства – владельцев спутников и операторов связи, операторов связи и государства, производителей оборудования и операторов спутников. Созидательное и открытое партнерство всех сторон и регуляторов рынка, нацеленное на

развитие этой отрасли, позволит превратить отрасль спутниковой связи в еще один вектор, в котором смогут объединяться эксперты российского рынка для глобального процветания и успеха. Конечно, это, не нанотехнологии, однако вполне реализуемая и простая национальная идея.

Развитие сферы спутниковой связи в РФ в 2017-18 гг. будет определяться, прежде всего, экономической ситуацией. С позиции технологий и ресурса созданы все предпосылки для работы – космические аппараты запущены.

Кажется, мало вероятным, что в сегодняшних экономических реалиях осуществится встряска рынка в целом и внедрение новых проектов. Скорее всего, операторы будут работать по ставшим уже традиционными направлениям, со стандартными решениями для частных пользователей и корпоративного сегмента.

На рынке спутниковой связи происходят большие изменения, поскольку снижаются тарифы операторов связи, что вызвано чрезвычайно высокой конкуренцией с наземными провайдерами. При этом, речь идет об общемировой тенденции, а не только о внутрироссийском рынке.

Хочется заметить, что кризис мировой спутниковой области явно чувствуется всеми операторами, он также затрагивает производителей и всю отрасль в целом. Удерживать стоимость терминального оборудования на докризисном уровне уже невозможно из-за валютного курса. Но подводя итог, хочется отметить, что у спутниковой связи есть будущее, однако в нем надо найти свою роль и место.

## **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.
6. Володина Е.Е., Девяткин Е.Е., Суходольская Т.А. Анализ обязательств Российской Федерации во Всемирной торговой организации по спутниковой связи // Экономика и качество систем связи, 2017. – № 1 (3). – с. 46-53.
7. Быховский М.А. Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие спутниковых телекоммуникационных систем. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2014.
8. Ноздрин В.В. Департамент космических служб МСЭ. Перспективы развития рынка услуг спутниковой связи и вещания // Технологии и средства связи. – С. 92-93.
9. Салютин Т.Ю., Платонова Н.С. Особенности и проблемы комплексного учёта рисков при оценке эффективности инвестиционных проектов инфокоммуникационных компаний // Экономика и качество систем связи, 2017. – № 1 (3). – С. 9-16.
10. Салютин Т.Ю., Рабовская Л.С. Методические подходы к оценке инвестиционной привлекательности телекоммуникационной компании // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2009. – № S3. – С. 34-38.
11. «Технологии и средства связи». URL <http://www.tssonline.ru>
12. Володина Е.Е., Девяткина Е.Е. Интернет вещей: Тенденции и перспективы развития // в книге: «Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом (тезисы) XXXVIII международной конференции РАЕН, 2016. – С. 16-17.

13. Пастух С.Ю., Володина Е.Е., Девяткин Е.Е., Девяткина Е.М., Плоский А.Ю., Рыночный потенциал интернета вещей // Электросвязь, 2016. – № 9. – С. 28- 32.
14. Вещунов В.С. О взаимодействии МОКС «Интерспутник» со странами СНГ. – М.: 2015.