

# Ка-диапазон:

## история, день сегодняшний и перспективы развития



**Сергей СТЕПАНЕНКО,**  
технический директор,  
ГК AltegroSky

### Предпосылки появления нового диапазона

До определенного момента спутниковой емкости было вполне достаточно для обеспечения нужд рынка спутниковой связи. Но со временем, в связи с резким (в разы!) увеличением спроса на пропускную способность спутниковых каналов, связанным с появлением приложений реального времени, передачей ТВ-каналов (HDTV, 3DTV) по IP-сетям, развитием социальных сетей и проводных сетей ШПД, передачей больших объемов данных, образовался дефицит спутниковой емкости. Естественно, такая проблема потребовала кардинального решения. Именно это и привело к построению спутников Ка-диапазона с высокой пропускной способностью (High-Throughput Satellite – HTS), которые имеют многолучевую архитектуру и этим принципиально отличаются от традиционных спутников связи Ku- и C-диапазонов.



**Олег ОЖОГИН,**  
директор по развитию бизнеса,  
ГК AltegroSky

С другой стороны, причиной появления Ка-диапазона стало стремительное развитие проводных и беспроводных технологий, таких как GPoN и LTE (4G), которые наряду с высокой пропускной способностью позволяют существенно снизить стоимость сервиса. Для сохранения конкурентоспособности решений спутниковой связи потребовалось значительное снижение стоимости спутниковой емкости. Это стало возможно благодаря новой архитектуре, при которой пропускная способность современных спутников типа HTS достигает 100 Гбит/с и более – против 2–5 Гбит/с на традиционных спутниках.

Таким образом, при сравнимых затратах на изготовление, запуск и эксплуатацию стоимость спутниковых услуг связи с использованием нового Ка-диапазона становится сопоставимой с услугами на базе проводного ШПД и LTE.

До недавнего времени в области систем спутниковой связи для коммерческого применения были задействованы преимущественно полосы C-диапазона (3400–6500 МГц) и Ku-диапазона (11 000–14 500 МГц). Кроме того, использовался L-диапазон (1000–2000 МГц), который в основном применялся в решениях для подвижной связи. Менее распространены сегодня диапазоны S, X и K, предназначенные для решений мобильной спутниковой связи, а также для систем некоммерческого использования. Появление нового Ка-диапазона привело к изменению этой устоявшейся схемы и ознаменовало собой очередной важный этап в эволюционном развитии услуг спутниковой связи: зарезервированные частоты для линии передачи «земля – спутник» находятся в диапазоне 29 500–31 000 МГц, а для линии «спутник – земля» используется диапазон 18 300–20 200 МГц.

### Многолучевая архитектура HTS-спутника

В классической модели спутника зона обслуживания, как правило, широкая – несколько тысяч километров, что позволяет организовать каналы связи и центральные станции сети (телепорты) в любых точках

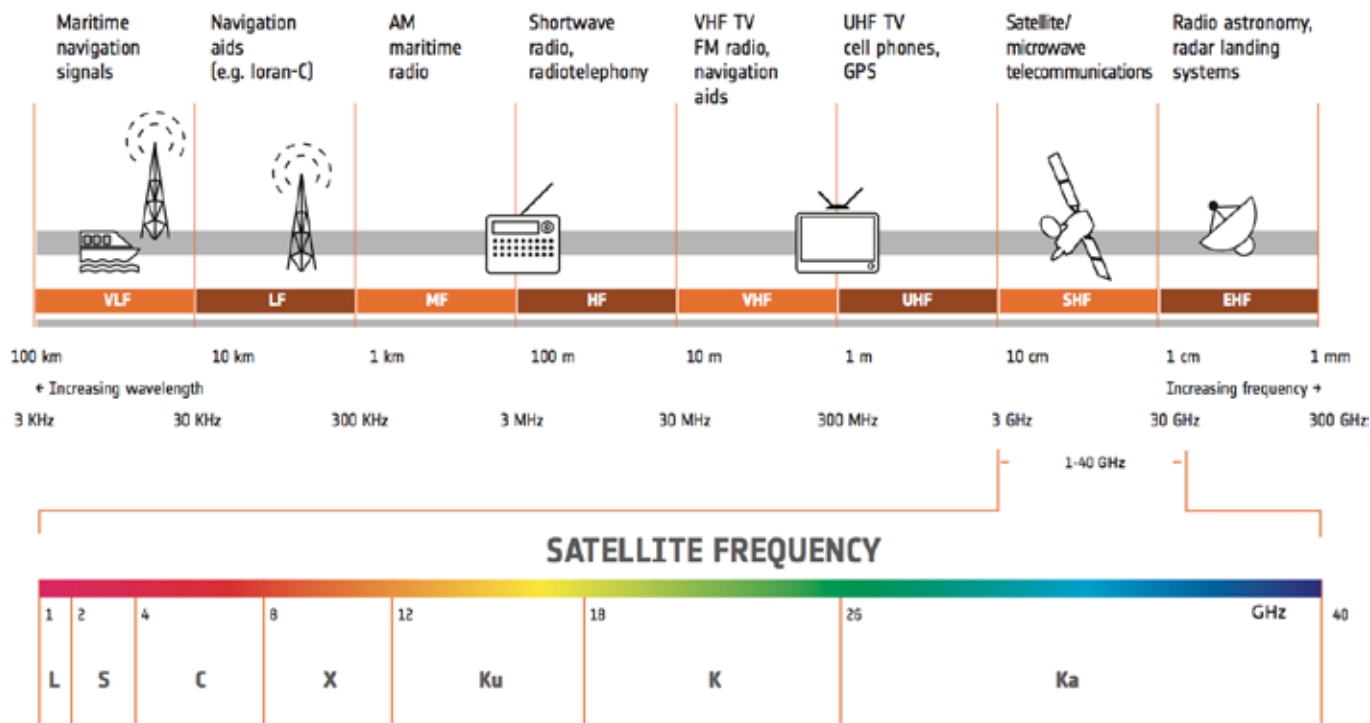


Рис. 1. Чем выше частота, тем короче длина волны, тем больше данных в единицу времени можно передать

зоны покрытия. В HTS-архитектуре существуют два типа лучей – так называемые центральные лучи (Feederbeams) и пользовательские лучи (Userbeams). В центральных лучах, которых обычно насчитывается от одного до четырех, располагаются центральные станции сети (телепорты). Ширина таких лучей небольшая – всего 150–200 км. В пользовательских лучах располагаются абонентские станции VSAT. Зоны обслуживания у них несколько больше – примерно 300–400 км. Например, российские спутники «Экспресс-AM5» и «Экспресс-AM6» имеют по десять пользовательских лучей, а на спутниках платформы Global Express компании «Инмарсат» количество пользовательских лучей достигает 89. Общая суммарная способность центральных и пользовательских лучей, как правило, одинакова.

Применение многолучевой архитектуры позволяет многократно использовать одни и те же полосы частот на основе географического разделения, т. е. непересекающиеся лучи могут работать в одинаковых

частотных диапазонах. Таким образом, здесь обеспечивается широкая агрегатная зона покрытия. Благодаря малому размеру луча его энергетические параметры (мощность сигнала со спутника) превосходят параметры Ku-диапазона на 5–10 дБ. Такая мощная энергетика позволяет получить скорость приема в канале связи до 100 Мбит/с, а скорость передачи в канале связи достигает 10 Мбит/с на один спутниковый терминал, оснащенный антенной диаметром

0,7–0,9 м. Для сравнения: в Ku-диапазоне, где, как правило, применяются антенны диаметром от 1,2 м, обеспечиваются следующие скоростные характеристики: 20–50 Мбит/с – на прием, 1–3 Мбит/с – на передачу.

Важной особенностью работы с HTS-спутниками является то, что спутниковые сети строятся по топологии «звезда», где передача данных между двумя абонентскими терминалами возможна только через центральную станцию, т. е. в двух

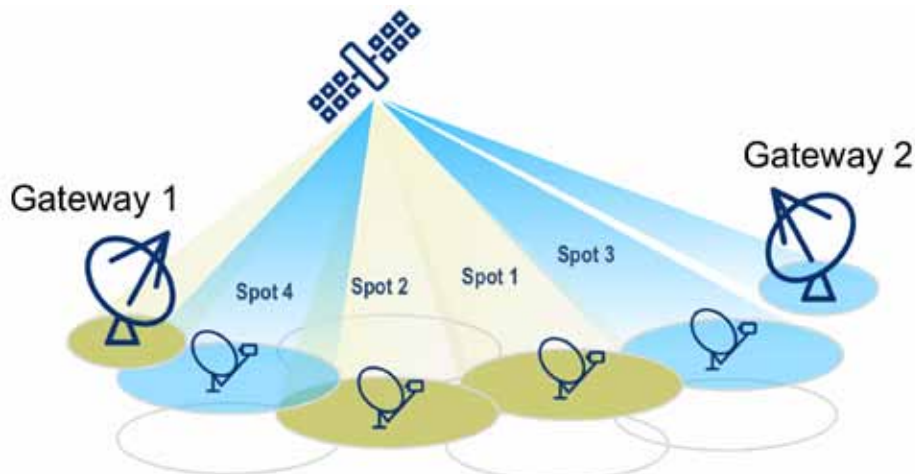


Рис. 2. Итоговая пропускная способность зависит лишь от сложности конструкции антенны на спутнике

«спутниковых скачках». В подобной системе время между отправкой запроса и получением ответа составляет 1200 мс и более. Конечно, эта особенность накладывает определенные ограничения на работу приложений реального времени, таких как телефония или видеоконференцсвязь. Основным рынком для таких сетей является ШГД для абонентов, находящихся в сельских и труднодоступных регионах, а не построение выделенных корпоративных сетей.

Стоит отметить еще одну проблемную особенность использования Ка-диапазона – повышенный запас по уровню сигнала на спутниковой линии, что обусловлено неблагоприятными погодными условиями. Так, в сравнении с Ku-диапазоном, где запас составляет 2–3 дБ, в Ка-диапазоне для обеспечения сравнимой доступности сервиса требуется запас в 6–9 дБ, т. е. Ка-диапазон более чувствителен к погодным условиям и требует соответствующей технической проработки решения, особенно для корпоративных заказчиков.

Наиболее крупные зарубежные системы Ка-диапазона построены на спутниковых технологических платформах Hughes Network System, Viasat и iDirect (все компании из США). Здесь следует выделить Global Express, принадлежащую компании ИНМАРСАТ, которая в отличие от других систем, являющихся региональными, обеспечивает глобальное покрытие земного шара в Ка-диапазоне и предназначена для обеспечения связи в движении (Communication On The Move – COTM) для морского и авиационного транспорта.

Все указанные выше системы построены на геостационарных (высота орбиты около 35 000 км) спутниках. Существует также система Ка-диапазона ОЗВ на основе среднеорбитальных спутников – высота орбиты около 8000 км. Но такая система имеет ограничение по зоне обслуживания и не может быть применена на территории России.

## Появление Ка-диапазона в России

Знакомство с Ка-диапазоном в нашей стране произошло совсем недавно и было довольно осторожным. Прежде все спутниковые операторы работали в С- или Ku-диапазоне как в более устойчивом к погодным условиям, но полосы частот для всех желающих работать в указанных диапазонах не хватало. Внедрение Ка-диапазона было связано прежде всего с нехваткой частот. За каждым из диапазонов С и Ku МСЭ закреплена полоса частот шириной 500 МГц. До появления спутникового Интернета и цифрового телевидения этого вполне хватало, но стремительное развитие новых услуг поставило вопрос о дефиците частотного диапазона.

С появлением Ка-диапазона полоса частот расширилась до 3500 МГц. Кроме того, благодаря развитию многолучевых систем, когда вместо одного луча шириной 500 МГц на страну направлено сразу несколько (например, по десять лучей на наших «Экспрессах»), появилась возможность использовать одни и те же номиналы частот в разных лучах, многократно увеличивая суммарную пропускную способность. Использование многолучевых систем в новом Ка-диапазоне дает еще одно преимущество: сжатием размера луча в диаметре до нескольких сотен километров увеличивается мощность в расчете на квадратный метр, что позволяет использовать антенны меньшего диаметра. Сейчас самой распространенной антенной для Ка-диапазона считается тарелка диаметром 74 см, что, конечно же, способствует снижению стоимости спутникового терминала, а главное – его транспортировки и монтажа, т. е. комплект спутникового оборудования становится доступней для конечного пользователя.

На современных «тяжелых» ИСЗ количество транспондеров в Ка-диапазоне доходит до 100, обеспечивая пропускную

способность примерно 400 Мбит/с на один транспондер, что, естественно, снижает стоимость отдельного мегагерца, опять же делая услуги в Ка-диапазоне более доступными для конечного пользователя. Центральные станции, работающие в Ка-диапазоне, рассчитаны на сети с количеством терминалов в десятки тысяч и способны обрабатывать трафик в десятки Гбит/с.

За относительно небольшой для спутниковой связи срок работы Ка-диапазона уже стало ясно, что он безусловно может конкурировать с Ku Band. Новые технологии и высокие энергетические показатели спутников позволяют на VSAT-терминале с антенной 0,74 м и передатчиком 1–2 Вт достичь высоких скоростей: до 60 Мбит/с в сторону VSAT и до 10 Мбит/с в сторону центральной управляющей станции (ЦУС) – при этом сохраняя хороший запас на погодные условия. Понятно, что такие скоростные характеристики для обычной VSAT-станции являются безусловным прорывом в истории спутникового Интернета. Таким образом, на практике оказалось все не так страшно, как представлялось первоначально.

## Операторы адаптируются к новым условиям

До спутников Ка-диапазона известная и широко применяемая модель VSAT подразумевала, что оператор приобретает у вендора оборудование ЦУС и абонентские VSAT, арендует емкость у оператора ИСЗ и продает сервис клиентам, устанавливая абонентские VSAT самостоятельно или силами своих подрядчиков.

С появлением Ка-диапазона такая модель VSAT-оператора изменяется. Оператор сети является владельцем и оборудования, и борта. Конечно, такой оператор не работает напрямую с конечными пользователями, а подключает к работе трех-пятерых виртуальных операторов (Virtual Network Operator – VNO), которые далее

распространяют услугу среди конечных пользователей и на плечи которых ложатся полное управление своими VSAT-терминалами, организация мониторинга и биллинга.

Сейчас в нашей стране сервис в Ka-диапазоне предоставляется компанией ГП КС через ИСЗ Ka-Sat (висит в точке 9° в. д.) – платформа TooWay (SkyLogic) с центральной станцией в Италии под управлением компании «Скайлоджик» и «Экспресс-AM5» (140° в. д.) – платформа Jupiter (Hughes Network System) с ЦУС в Хабаровске, под собственным управлением с привлечением VNO. Запуск аналогичных услуг на спутнике «Экспресс-AM6» намечен на 2016 г. Предоставление сервисов на спутнике «Экспресс-AMУ1» будет осуществлять компания Eutelsat Networks с использованием технологической платформы, разработанной компанией Gilat Satellite Networks и планируемой к размещению в ЦКС Дубна ГП «Космическая связь». Запуск этой системы запланирован на вторую половину 2016 г.

Как уже было отмечено, основная особенность работы в Ka-диапазоне заключается в том, что виртуальные операторы связи не являются полноценными владельцами центральной станции, а работают по принципу VNO. В этом есть как плюсы, так и минусы. К основным плюсам можно отнести то, что виртуальные операторы не несут затрат на приобретение дорогостоящего оборудования центральных станций, поэтому им не приходится нанимать дорогостоящий персонал для поддержания работоспособности столь мощных систем. Среди минусов – такая схема работы накладывает на операторов некоторые ограничения: поскольку они больше не являются полноценными обладателями центральной станции, то не могут производить «глубокие» настройки на своей сети и осуществлять полный мониторинг в зависимости от поставленных задач. Другими словами, они находятся в некоторой зависимости от владельца ЦУС.

Операторам связи приходится приспосабливаться к новым условиям и мириться с новыми реалиями. И тут им на помощь приходят вендоры оборудования ЦУС, обеспечивая возможность стандартного безопасного доступа VNO к системе управления, где операторы связи в удобном графическом интерфейсе могут управлять своими ресурсами, выполнять мониторинг своих абонентских станций, следить за пропускной способностью в каждом луче. Помимо этого операторам предоставляется доступ к интерфейсам прикладного программирования (API), что позволяет им легко адаптировать систему управления и мониторинга ресурсов к своим системам BSS/OSS.

## Проблемы с корпоративным сегментом

Драйвером увеличения потребностей в скоростях каналов передачи данных изначально был именно потребительский сектор, потому первые системы Ka-диапазона проектировались в основном для этого сегмента рынка.

Корпоративные клиенты более настороженно относились к Ka-диапазону. Поскольку им требуется весьма стабильный сервис, они высказывали свои опасения относительно стабильности Ka-диапазона при ухудшении погодных условий. К тому же виртуальным операторам, у которых нет своего оборудования ЦУС, гораздо труднее удовлетворять все пожелания корпоративного клиента в Ka-диапазоне.

Сегодня корпоративные клиенты являются основным потребителем VSAT-услуг. Требования их весьма разнообразны, а главное, все они нуждаются в индивидуальном подходе. Системы же, работающие в Ka-диапазоне, рассчитаны на массовый рынок, а там отношение к конечному клиенту другое. Создается некая линейка типовых тарифов, и далее клиенту остается или выбирать что-то из них, или отказываться

от услуги – теряется индивидуальность, в которой так нуждаются корпоративные клиенты. Пока все производители и операторы Ka-диапазона рассуждают только о коньюмерских терминалах с их крайне низкой ценой, что, естественно, отражается и на их функциональных возможностях: вряд ли серьезный корпоративный заказчик согласится работать в таких условиях.

Стоит отметить и технологическую зависимость от применяемой платформы. В Ku- и C-диапазонах спутниковые провайдеры арендуют спутниковый ресурс у оператора ИСЗ, и выбор технологической платформы остается за ними. В этом случае есть возможность выбора платформы, наиболее полно и оптимально удовлетворяющей всем требованиям конечных заказчиков. В Ka-диапазоне, где спутниковый ресурс арендовать в чистом виде невозможно, операторы и в свою очередь конечные заказчики вынуждены будут использовать определенную технологическую платформу, подстраиваясь под ее функциональные возможности. В результате построение каналов по технологии SCPC или организация сервисов для телевизионных компаний, а также построение собственной сети на иной технологической платформе, скажем, такой как iDirect или «Истар», в настоящее время невозможно.

Отдельная проблема – доступность самой услуги. Если в Ku-диапазоне обеспечить доступность канала связи 99–99,5% не представляет никаких сложностей, то в Ka Band средний показатель доступности остается в пределах 98–99%. В некоторых случаях это может быть неприемлемым для предоставления качественных услуг для передачи трафика реального времени, например для корпоративной телефонии, а также телефонной связи, видеоконференцсвязи, работы систем SCADA и M2M, для других онлайн-приложений, которые требовательны к задержке передачи данных, неравномерности прихода пакета (Jitter). Разумеется, применение



механизмов адаптивной модуляции частично решает проблему доступности, но в целом доступность сервиса в Ка-диапазоне остается ниже, чем в Ки- и тем более в С-диапазонах.

Необходимо также отметить и ограниченную зону предоставления сервиса. Если посмотреть на зоны обслуживания в Ка-диапазоне, то можно заметить, что все лучи в основном сосредоточены в южной части России. Такое размещение обусловлено не только более высокой концентрацией населения в этой зоне, но и техническими ограничениями, связанными с минимальным углом видимости на спутник, который должен быть не менее 10°. Поэтому организация сервисов в Ка-диапазоне для северных широт России представляется затруднительной, а местами и просто невозможной.

Тем не менее некоторые категории корпоративных заказчиков определенно выиграют при переходе на новый Ка-диапазон. Прежде всего это те, кому требуется скорость. Такие производительные системы идеально подходят для организации аудио- и видеотрансляций, видеонаблюдений, передачи большого объема информации. В Ки-диапазоне скорости от

VSAT-терминала к ЦУС редко превышают 1 Мбит/с (с учетом текущих загрузок они могут быть еще меньше), в то время как в Ка-диапазоне появляется возможность передавать трафик со станции на скоростях до 10 Мбит/с. И в ближайшие несколько лет переживать о том, что закончится место в Ка-диапазоне, точно не придется.

## Возможные точки роста

С учетом перечисленных проблем говорить о широком распространении Ка-диапазона в корпоративном сегменте рынка пока рано. Тем не менее компании таких секторов, как нефтегазовый, геологоразведочный, банковский, строительные компании, имеющие сложную территориально распределенную инфраструктуру в различных регионах страны, уже сейчас активно интересуются и начинают пользоваться услугами в Ка-диапазоне. Стоимость услуг в Ка Band представляет серьезную конкуренцию оптическим и беспроводным системам связи, поэтому новые спутниковые сервисы становятся востребованными и в регионах с развитой

инфраструктурой наземной связи, что не могли позволить себе сервисы в Ки-диапазоне. Сегодня к Ка-диапазону присматриваются и некоторые телевизионные компании, которые могут использовать его для организации телевизионных перегонов и онлайн-трансляций с передвижных телевизионных станций.

Ка-диапазон активно изучается и тестируется операторами мобильной связи для организации транспортной среды обмена данными с небольшими базовыми станциями (фемтосотами и пикосотами), для предоставления услуг доступа в Интернет своим пользователям на высокой скорости по технологиям 3G/4G в малонаселенных пунктах, где отсутствуют наземные оптические каналы связи. Ка-диапазон сможет обеспечить для операторов мобильной связи новое развитие ШГД в труднодоступных регионах.

Благодаря невысокой стоимости услуги в Ка-диапазоне востребованы и в госсекторе. Речь может идти, например, о предоставлении доступа

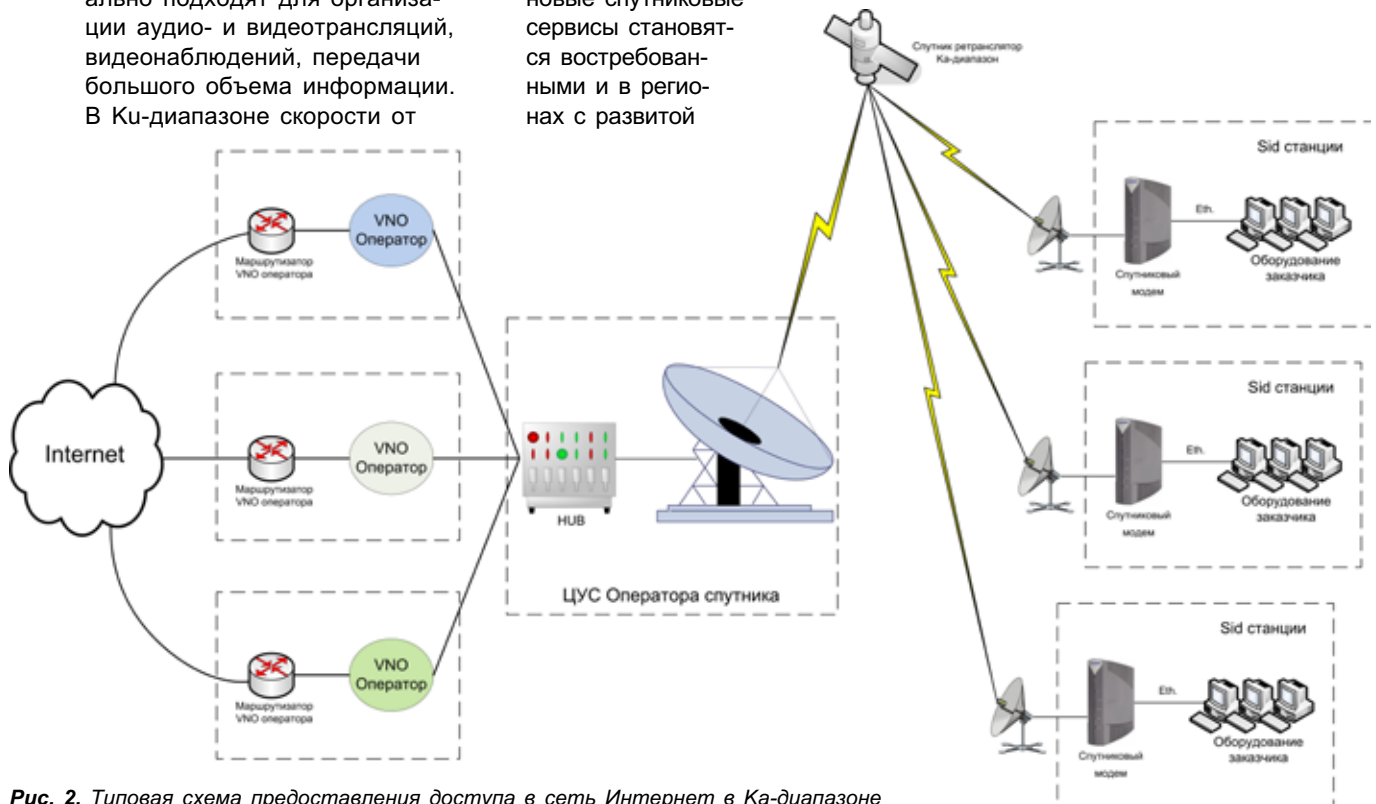


Рис. 2. Типовая схема предоставления доступа в сеть Интернет в Ка-диапазоне

Таблица 1

Система Ка-диапазона	Оператор системы	Дата запуска	Спутник	Технологическая платформа	Зона обслуживания*	Параметры терминала (антенна, приемопередатчик)	Максимальные** скорости прямого/обратного каналов Мбит/с
KASAT	Eutelsat	2012 г.	Eutelsat KASAT (9° в. д.)	Viasat / Surfbeam	Западная Россия	0,75 м, 1,2 м; 3 Вт	6/2
Hughes Jupiter AM5	ФГУП «Космическая связь»	II квартал 2015 г.	«Экспресс-AM5» (140° в. д.)	Hughes / JUPITER	Дальний Восток. Камчатка, Сахалин, южная часть от Новосибирска до Хабаровска	0,74 м, 0,98 м; 1 Вт, 2 Вт	45/10
Hughes Jupiter AM6	ФГУП «Космическая связь»	II квартал 2016 г.	«Экспресс-AM5» (53° в. д.)	Hughes/JUPITER	Западная Россия, Урал, Западная Сибирь	0,74 м, 0,98 м; 1 Вт, 2 Вт	45/10***
Eutelsat AMU1	Eutelsat Networks	III квартал 2016 г.	«Экспресс-AMU1» (36° в. д.)	Gilat/Sky Edge II-c	Западная Россия, Урал, Западная Сибирь	0,78 м, 0,98 м, 1,2 м; 2 Вт, 4 Вт	Нет данных

\* Возможно неполное покрытие.

\*\* В зависимости от параметров терминала, точки размещения возможны другие значения в тарифах VNO операторов.

\*\*\* Предварительная информация.

в Интернет для администраций, школ и других бюджетных и госучреждений, расположенных в удаленных населенных пунктах, которые ранее не могли себе позволить спутниковые услуги в Ku-диапазоне.

Иными словами, услуги в Ка-диапазоне могут найти широкое применение там, где необходима высокая (до 2–10 Мбит/с и выше) скорость передачи данных для доступа в Интернет, электронной почты, работы офлайн-приложений, работы с базами данных, иных сервисов, не предъявляющих высоких требований к доступности сервиса и к гарантии предоставляемой скорости.

## Что делается на практике сегодня

Технологическая платформа Jupiter для системы Ка-диапазона от компании Hughes постоянно совершенствуется, чтобы удовлетворять специфические потребности корпоративных заказчиков. Так, в январе 2016 г. было осуществлено обновление программного обеспечения ЦУС Jupiter, работающей на КА «Экспресс-AM5» до версии Enterprise, что обеспечило расширенную

функциональность, в частности выделение публичных «белых» IP-адресов. В дальнейшем планируется предоставление гарантированной полосы в канале связи, что, в свою очередь, позволит оказывать услуги телефонии, ВКС, видеонаблюдения и предоставления гарантированной полосы для передачи данных.

Яркий пример использования Ка-диапазона для корпоративного заказчика – организация системы видеонаблюдения для проекта «Сафари-Парк» во Владивостоке, где с пяти камер через один VSAT-терминал осуществляется онлайн-трансляция зоны парка, где находятся небезызвестные «герои Интернета» – тигр Амур и козел Тимур. Прямую трансляцию можно посмотреть на сайте «Сафари-Парк».

Организация предоставления сервиса в Ка-диапазоне такова. Оператор спутника (ГП КС или Eutelsat), являясь владельцем КА, определяет технологическую платформу – Hughes, Viasat, Gilat – и затем предоставляет в пользование нескольким спутниковым провайдерам часть ресурса спутника, телепорта, центральной станции, необходимой для пропуски трафика

на определенной гарантированной скорости. Спутниковые провайдеры, покупая гарантированную скорость оптом, управляют своим сегментом сети, внедряют систему биллинга, разрабатывают тарифные планы, дополнительные сервисы для предоставления комплексной услуги конечным заказчикам. Подобная схема называется сервисом виртуального оператора (Virtual Network Operator – VNO).

Сравнительный анализ действующих и планируемых в этом году систем приведен в табл. 1.

Сравнительный анализ стоимостных характеристик на системах Ка-диапазона в России приведен в табл. 2.

Стоимостные параметры даны для уже работающих систем и могут различаться в зависимости от выбранного оператора VNO. Приведенные средние данные по стоимости услуг в Ku-диапазоне более чем в два раза выше по сравнению с сервисами Ка-диапазона.

По данным ГК «Альтерго-скай», на текущий момент ею подключено около 2000 станций на платформе SurfBeam на ИС3 KaSat и примерно 500 станций на платформе Jupiter AM5 на ИС3 «Экспресс-AM5».

Таблица 2

Система	Стоимость терминала, долл., с НДС	Стоимость 1 Мбит/с безлимит в месяц, руб., с НДС	Стоимость 1 Гбайт трафика без ограничения по скорости, руб., с НДС
KASAT	от 590	Не предоставляется*	от 400
Hughes Jupiter AM5	от 609	от 25 000	от 420
Система Ku-диапазона	от 850	от 52 000	от 1500

\* В ГК «Альтегроскай»

## Конкуренция заставит снижать цены

Анализ ближайшей перспективы развития систем Ка-диапазона позволяет с уверенностью предсказать его положительную динамику. Несмотря на то что Ка-диапазон имеет свои проблемные точки, его освоение в 2016 г. будет идти бурными темпами.

К сожалению, необходимо признать, что на развитие услуг в Ка-диапазоне, как, впрочем, и на всю телекоммуникационную отрасль, в настоящее время оказывает сильное влияние негативная ситуация в экономике России.

Очевидно, что основным стимулом развития будет меньшая стоимость услуг. А при предоставлении типового спектра

сервисов для корпоративных заказчиков, таких как организация корпоративной сети, подача гарантированной скорости, фиксированный коэффициент доступности и другие качественные параметры канала связи, возможно замещение сервисов в Ku. На фоне все усиливающейся конкуренции вероятно снижение стоимости космического сегмента связи и соответственно услуг в традиционном Ku-диапазоне, что, в свою очередь, будет стимулировать его развитие.

Запуск систем Hughes Jupiter на «Экспресс-AM6» и Gilat на «Экспресс-AMU1» в 2016 г. также усилит конкуренцию и в рамках самого Ка-диапазона, что должно положительно сказаться на стоимости услуг для конечных заказчиков. ■

## IoT: контролируй это

Компания PTC провела пресс-конференцию, на которой рассказала о возможностях собственной IoT-платформы для промышленной автоматизации под названием ThingWorx. Этот продукт позволяет быстро спроектировать, развернуть и обслуживать решения, которые можно отнести к классу промышленного IoT. В основном они предназначены для автоматизации производства и позволяют оптимизировать эксплуатацию и обслуживание самых разнообразных промышленных систем, что дает их владельцам возможность использовать оборудование более эффективно.

Для развертывания решений, которые позволяют контролировать состояние современных сложных машин и механизмов, необходимо либо подключить существующие в них промышленные контроллеры, либо установить внешние датчики и исполнительные устройства, которые будут взаимодействовать с IoT-платформой. Платформа ThingWorx с помощью технологии Edge предлагает даже в базовой комплектации поддержку более 200 различных протоколов промышленных устройств автоматизации, что позволяет за несколько дней подключить существующее оборудование



**Максим АСОРИН:** «Современные IoT-решения – это добрый SkyNet, который позволяет решать самые разнообразные проблемы»

к системе. Так, Максим Асорин, руководитель компании Revolta Engineering, пояснил для журнала Connect, что современные лифты, поставляемые тремя российскими компаниями, базируются на аппаратной базе одного иностранного производителя, коннекторы для которого есть в составе платформы ThingWorx.

Установка новых датчиков и возможность контролировать различные промышленные объекты очень быстро окупаются не только благодаря предикативному предсказанию аварий, но и контролю за предоставлением сервисов. «В российском сельском хозяйстве мы в основном занимаемся не интеллектуальным контролем состояния оборудования, а защитой от воровства дорогих удобрений», – пояснил Максим Асорин. В любом случае контроль промышленных объектов позволяет оптимизировать затраты путем сокращения непродуктивных расходов и своевременного сервисного обслуживания. Оптимизация здесь достигается за счет интеллектуальных сервисов анализа и использования механизмов машинного обучения для выявления аномального поведения системы.