

Сценарии применения спутниковых модемов серии Ultimate VSAT Routers

Информационная статья

Анализ функциональности и преимуществ спутниковых модемов серии Ultimate VSAT Routers. Применение модемов этой серии в ряде приложений “точка-точка”, и “точка-многоточка” с VSAT хабом ASAT II™.

Январь 2018

Введение: серия спутниковых модемов Ultimate U7400 VSAT Routers

Модемы серии Ultimate специально созданы для работы в самых требовательных приложениях спутниковой связи. Они могут работать как в режиме “точка-точка”, так и в режиме “точка-многоточка” в сочетании с VSAT хабом ASAT II™.

Модем U7400 - рабочая лошадка телекома



Модем U7400
VSAT Router



Модем U9000 VSAT Router
со встроенным модулем MEC



Модем WU7400 VSAT Router в
защищенном исполнении, для
работы вне помещений

Модемы производятся в двух вариантах форм-фактора: в виде 1U шасси для монтажа в стойке и в виде защищенного блока для работы вне помещений.

Модем U7400 имеет встроенный функционал PEP (Performance Enhancing Proxy), который отвечает за ускорение TCP сессий, а также за оптимизацию заголовков и компрессию пакетного трафика для экономии спутникового ресурса. Функционал Advantech Wireless PEP engine оптимизирует канал как в режиме SCPC “точка-точка”, так и в режиме “точка-многоточка”.

С помощью модемов U7400 можно безопасно передавать любой трафик. Безопасность обеспечивается функциям разделения трафика с помощью VLAN тэгов и IPSec VPN туннелей.

Серия модемов U7400, в сочетании с VSAT хабом производства Advantech Wireless, поддерживает фирменную технологию ASAT II™ RCSX™ Return Link, и технологию динамического переключения режимов работы канала WaveSwitch™, позволяющую адаптивно переключаться между режимами RCS MF-TDMA, ASCPC™ и SCPC, что дает возможность системе VSAT лучше приспосабливаться к таким приложениям, как:

- Высокоскоростной IP канал
- Мобильный бэкхол
- Доставка видеосигнала
- Системы безопасности и слежения
- Резервирование важных каналов связи.

Переключение режимов работы канала в реальном времени WaveSwitch™ по-настоящему помогает оператору спутниковой связи предоставить клиентам наилучший канал в условиях, когда пользовательский трафик в канале радикально

меняет свои свойства с течением времени, например, в приложении для мобильного бэкхола, или для IP транкинга.

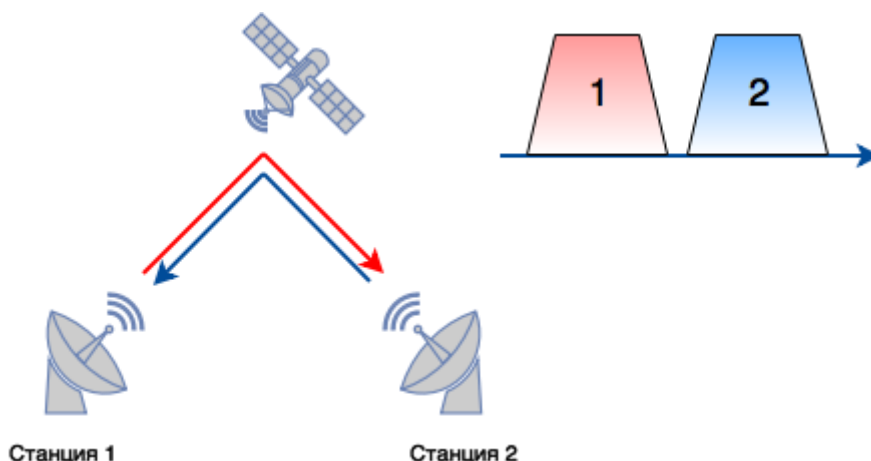
Серия модемов Ultimate U7400 VSAT Routers может работать как “точка-точка” SCPC модем, а может как терминал в VSAT сети “точка-многоточка”, использующий режимы работы RCS MF-TDMA, ASCPC™ и SCPC. Также модемы U7400 можно применять на морских судах и на авиатранспорте, модемы совместимы с антеннами OpenAMIP стандарта, которые используются на мобильных спутниковых станциях.

Далее в документе будут подробно рассмотрены сценарии использования модемов серии Ultimate VSAT Routers с описанием используемых в них технологий и преимуществ:

1. [Сценарий 1: SCPC модем](#)
2. [Сценарий 2: Mobile Backhaul](#)
3. [Сценарий 3: VSAT](#)
4. [Сценарий 4: Передвижной корпункт](#)

Сценарий 1: SCPC модем

SCPC (Single Channel per Carrier) режим работы - это технология организации канала связи между двумя спутниковыми станциями. Другое название этого режима работы - “точка-точка”.



SCPC канал организуется с помощью пары модемов и представляет собой выделенный канал, который не делится больше ни с кем другим. SCPC канал занимает на спутниковом транспондере ресурс, необходимый для двух несущих передачи SCPC модемов.

В спутниковых модемах в этом режиме работы особенно ценится возможность работать на больших скоростях или экономить частотный ресурса на спутнике, который, как правило, ограничен. Также очень важно обеспечить высокую доступность и достоверность канала. Эти параметры тоже зависят в большой степени от модемов.

Доступность означает, сколько времени в год клиент может пользоваться каналом, в идеале, к которому надо стремиться, 100% всего времени. Достоверность говорит о том, какое количество данных, из всех переданных, было принято с ошибкой. Если получен один ошибочный бит на миллион, то такая достоверность обозначается цифрой 1×10^{-6} . Модемы серии U7400 ориентированы на удержание еще более высокого показателя достоверности канала $BER = 10^{-9}$; таблица требуемых SNR на разных modcod-ах в модеме задана именно с этим учётом.

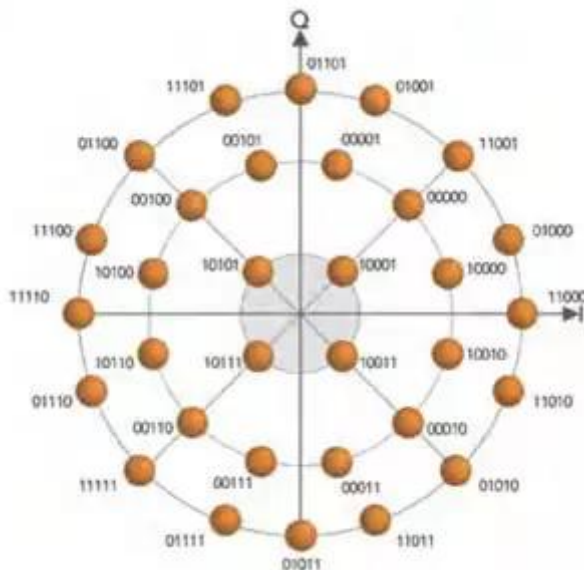
Режим работы SCPC чаще всего используется для построения высокоскоростного IP канала, основного или резервного, для передачи видео сигнала вещательного качества с мобильной телестудии, и т.д.

Поддержка стандартов

В режиме SCPC модемы серии Ultimate U7400 VSAT Routers поддерживают работу в стандарте DVB-S2 и DVB-S2X.

Скорость до 100 Мбит/с (дуплекс)

Модемы Advantech Wireless серии Ultimate U7400 VSAT Routers способны передавать пользовательский трафик на скоростях до 100 Мбит/с в режиме дуплекс. Такую скорость можно получить благодаря использованию современных методов модуляции сигнала до 32APSK. Каждый символ несет 5 бит информации, таким образом, работа на высоких модуляциях позволяет более эффективно использовать частотный ресурс.

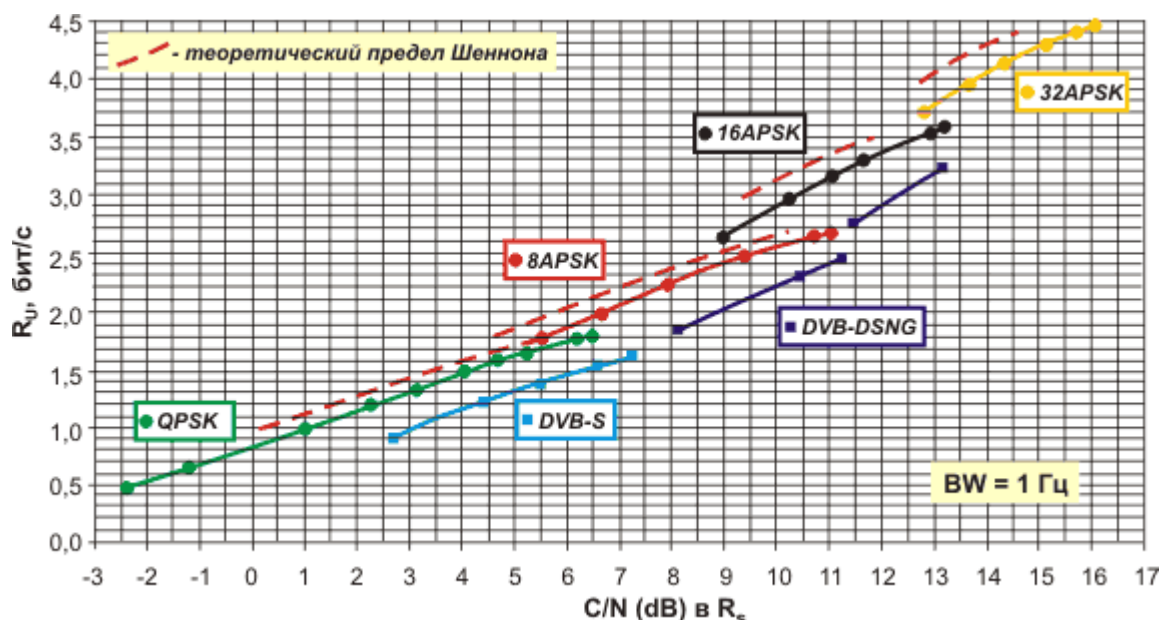


Помимо этого, модем U7400 имеет встроенный механизм Advantech PER для ускорения пакетного трафика за счёт его сжатия при передаче через спутник. Благодаря эффекту от работы модуля Advantech PER, скорость трафика для пользователя может увеличиваться на величину до 100% по сравнению со скоростью трафика без модуля PER. Об этом более подробно будет рассказано позже.

Поддержка ACM

Встроенный механизм Adaptive Coding and Modulation (ACM) увеличивает скорость канала в хороших погодных условиях и улучшает доступность канала в плохих. Модем не только поддерживает набор модуляций QPSK, 8PSK, 16APSK и 32APSK из стандарта DVB-S2X, но и умеет переключаться между ними для поддержания заданного уровня ошибок (достоверности) канала на удаленной стороне, обеспечивая устойчивую спутниковую связь даже в самую неблагоприятную погоду.

При хорошей погоде, когда наилучшие условия для прохождения сигнала, механизм ACM выберет самую “плотную” модуляцию 32APSK, чтобы максимизировать скорость канала. При плохой погоде ACM выберет модуляцию QPSK, самую устойчивую к шумам.

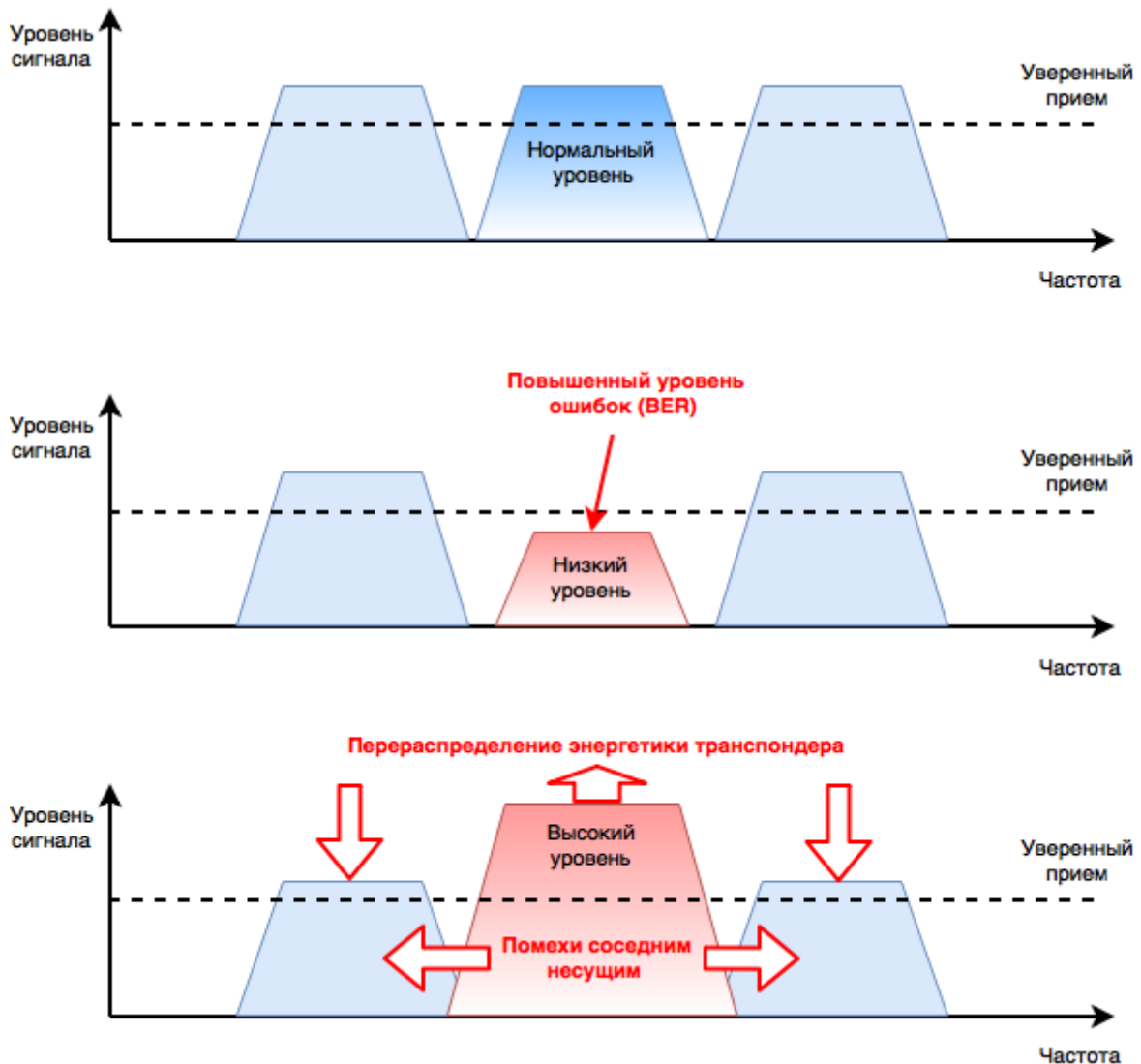


Поддержка Uplink Power Control (ULPC)

Поддержание оптимального уровня сигнала передачи на модеме очень важно для работы всего спутникового канала.

Слишком слабый сигнал плох тем, что удаленный модем начинает выдавать больше ошибок при декодировании принятого со спутника сигнала. Если уровень совсем низкий, то вплоть до полного пропадания канала.

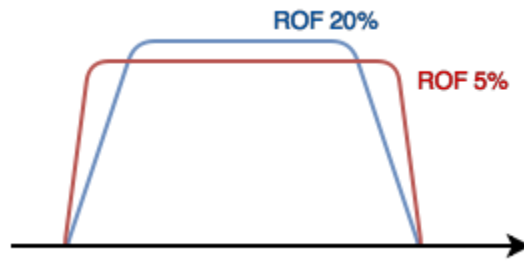
Слишком мощный сигнал плох тем, что сигнал (несущая) с большим уровнем “крадет” энергию ретранслятора у соседних несущих, иногда даже создавая помехи соседним несущим в транспондере.



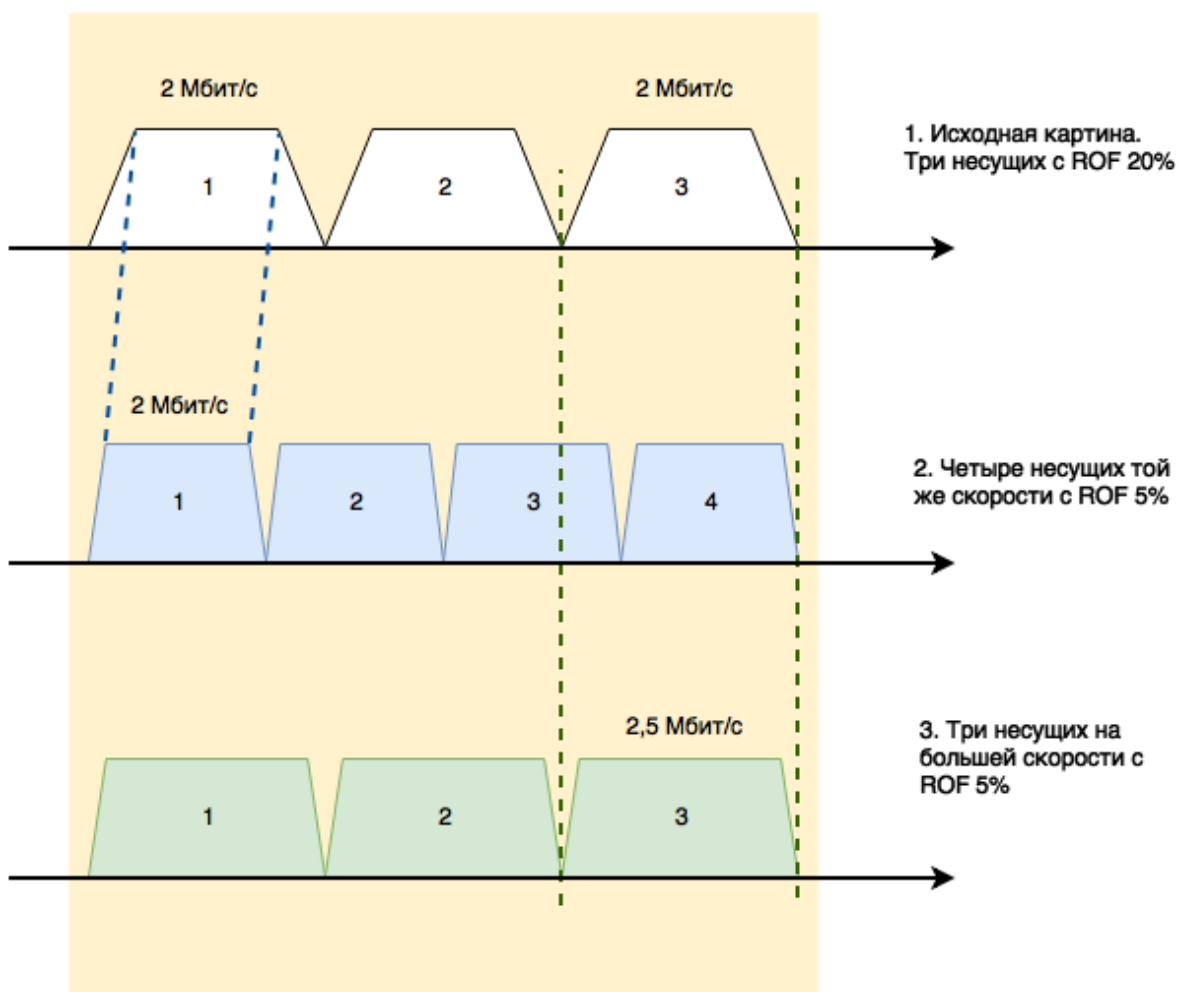
Встроенная функция Uplink Power Control (ULPC) в модемах Advantech Wireless серии Ultimate не допустит этого. Механизм ULPC автоматически обеспечивает комфортный для спутникового ретранслятора и для соседних несущих уровень сигнала, опираясь на показания сигнал/шум по приему на удаленном модеме.

Улучшенный Roll-Off factor

Параметр, который называется Roll Off Factor (ROF), определяет крутизну боковых сторон трапеции несущей. Предыдущие поколения модемов поддерживали ROF = 20%. Модемы U7400, поддерживающие стандарты DVB-S2 и DVB-S2X, умеют работать с ROF = 5%.



Чем меньше ROF - тем круче боковые стороны у трапеции, а значит, тем ближе друг к другу можно располагать несущие без ухудшения качества канала. Или, как вариант, на том же спутниковом ресурсе можно получить большую скорость трафика пользователя. В обоих случаях спутниковый ресурс используется более эффективно.



L2 Bridging и IP Routing

В зависимости от того, какие пакетные протоколы используются в сегментах сетей, соединяемых через спутник, одним клиентам необходим L2 Bridging, другим IP Routing. Модемы U7400 помогут и в том, и в другом случае. Нативная поддержка обоих вариантов обеспечивает максимальную скорость передачи трафика в канале.

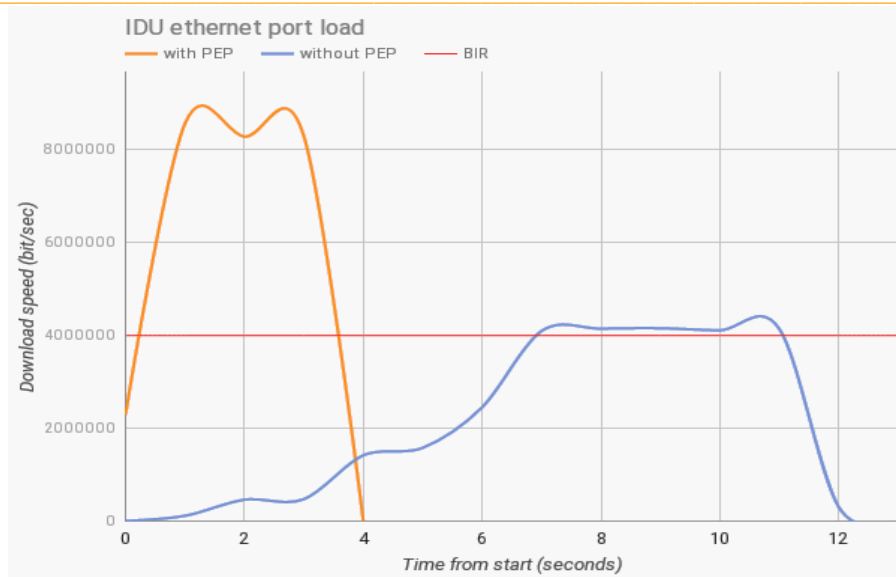
Пакетный трафик: Ускорение Интернет трафика

Протокол TCP/IP, на котором базируется работа сети Интернет, был разработан без учета каналов с большой задержкой, которая характерна для каналов через геостационарный спутник. Такой спутник-ретранслятор “висит” на расстоянии 35786 км над экватором Земли. Только задержка распространения радиосигнала от передающей до приемной станции составляет 250 мс. Чтобы, как предписано в TCP протоколе, передать IP пакет, затем принять подтверждение, что он доставлен целым и невредимым, надо подождать уже 500 мс, или полсекунды. Из-за этого, при передаче TCP трафика через спутник, наблюдается эффект “медленного старта”. TCP сессия стартует на небольшой скорости. Далее передающая система наращивает скорость передачи, пока сессия не достигнет предела, за которым начинают теряться пакеты, т.е. перестают приходить подтверждения их доставки. После этого передающая система сбрасывает скорость и начинает всё сначала. Чем больше задержка на канале, тем медленнее растет скорость TCP сессии. Можно уменьшить влияние этого эффекта, меняя параметры RTT (Round Trip Time) и TCP window size, но всё равно, это не решает проблему до конца.

Особенно сильно подвержен эффекту “медленного старта” интернет трафик. Передача на браузер только одной страницы современного сайта, состоящего из картинок и множественного кода HTML + CSS + JScript, вызывает открытие нескольких десятков TCP сессий на их скачивание. Также, очень долго приходится ждать запуска видео с Youtube, хотя канал с такой скоростью, казалось бы, должен бы загружать его гораздо быстрее.

В модемах Advantech Wireless серии Ultimate U7400 встроен функционал PEP (Performance Enhancing Proxy), который ускоряет TCP сессии, адаптируя поведение TCP трафика к большим задержкам в спутниковых каналах. PEP заменяет на спутниковом участке стандартный TCP протокол с последовательным обменом пакетами данных и пакетами с подтверждением приёма на усовершенствованный протокол, который для клиента абсолютно прозрачен. В результате, для приложений создается иллюзия короткой задержки, TCP сессии стартуют сразу на полной скорости канала, а клиент практически не замечает того, что трафик от сервера в Интернет до его компьютера путешествует два раза по 35 тыс км.

Ниже приведен график, наглядно иллюстрирующий эффект для пользователя от применения модуля Advantech PEP. Оранжевая линия - это передача трафика с использованием PEP, синяя - без PEP. Трафик HTTP, физическая скорость канала 4 Мбит/с, измеренный рост скорости до 100%. Весь объем трафика передан за 4 секунды вместо 12-ти.



Также эффективно в ускорителе PEP работает функция DNS Caching. Когда пользователь первый раз заходит на веб-сайт в Интернете, DNS запрос через спутник идёт на провайдерский DNS сервер, ответ через спутник возвращается обратно. Ускоритель PEP запоминает запись об этом сайте, чтобы в следующий раз на такой же запрос от пользователя моментально дать ответ из своего кэша, не обращаясь к DNS серверу провайдера. В результате, работа пользователя становится похожей на привычную работу с сетью Интернет по оптическим каналам.

Как в природе нет ничего идеального, так и уровень BER в спутниковом канале никогда не бывает равен нулю. Если в канале появляется ошибка, из-за нее теряется пакет с данными, но ускоритель PEP не дает механизму TCP сбрасывать скорость сессии. При этом ошибочный пакет будет передан повторно, а скорость сессии останется прежней, какой она была на “чистом” канале.

Помимо этого, в Advantech PEP применяется сжатие заголовков и полезного трафика, с помощью которого достигается более эффективное использование канала.

Примечание 1: функционал PEP не может ускорить TCP трафик, идущий в зашифрованном туннеле, организованном самим пользователем, например, IPSec VPN туннель между офисами компании. Это противоречит самому принципу обеспечения защиты трафика в IPSec туннеле от вмешательства в него извне. Однако, если трафик шифруется только на спутниковом участке между модемами, с помощью самих модемов, то ускорение TCP сессий действует, как для обычного незашифрованного трафика.

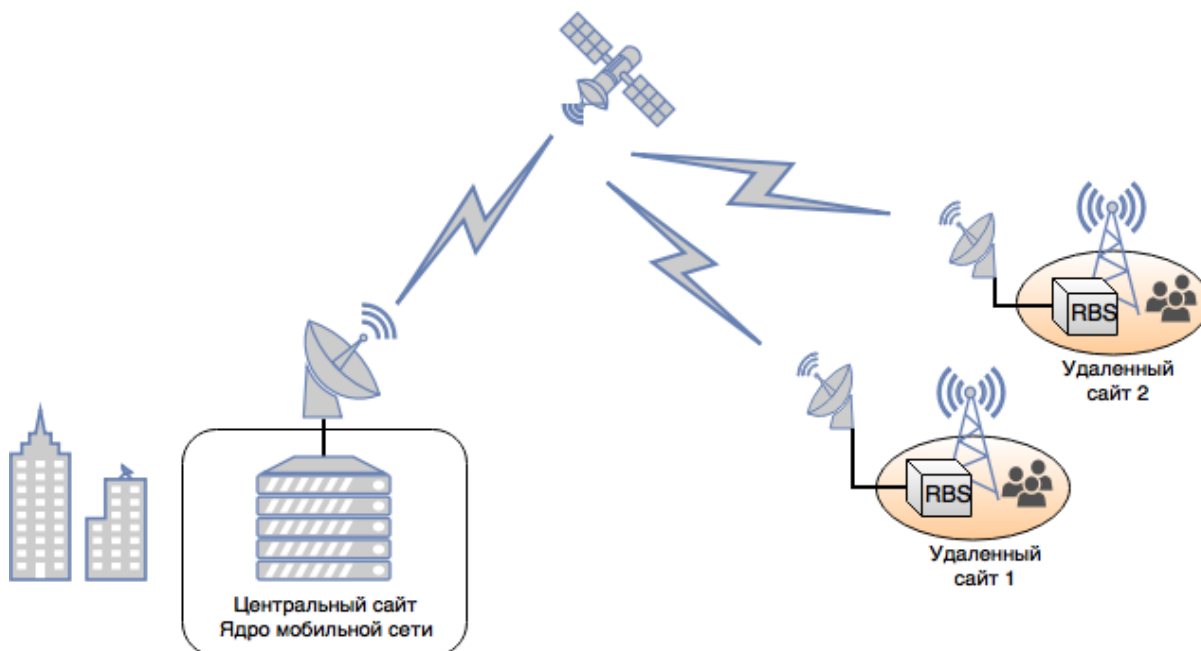
Примечание 2: функционал PEP работает, как между двумя модемами в топологии “точка-точка”, так и между модемами и хабом в топологии “точка-многоточка”.

Пакетный трафик: Поддержка Jumbo фреймов

Jumbo фреймы - это Ethernet фреймы, которые имеют размер транспортного контейнера MTU > 1500 байт. Современные сетевые протоколы, применяемые на магистральных сетях, часто используют Jumbo фреймы, например, для передачи Q-in-Q трафика в сети Carrier Ethernet. Хорошая новость состоит в том, что для пропуска Jumbo фреймов через спутниковый канал, организованный с помощью модемов серии U7400, ничего специально делать не надо.

Сценарий 2: Mobile Backhaul

Применение спутниковых каналов в инфраструктуре радиосети мобильной связи сегодня становится особенно важным. В процессе привлечения новых клиентов, мобильные операторы вынуждены уходить все дальше от освоенных территорий в сторону слабозаселенных малых городов и деревень, находящихся вдали от основных цифровых магистралей, а также покрывать сотовой связью дороги между населенными пунктами, чтобы покрытие было по-настоящему бесшовным. У сотовых операторов есть такие локации базовых станций, к которым провести оптоволоконно либо невыгодно, либо технически настолько сложно, что операторы вынуждены использовать для их подключения беспроводные каналы, в том числе спутниковые.



В удаленных городах и поселках, в которых никогда не было медной инфраструктуры для связи, сотовая сеть используется и для телефонии, и для доступа в Интернет. Технологии 3G и LTE, а в скором будущем и 5G, будут обеспечивать беспроводной

доступ в Интернет на таких территориях. А свяжет эти населенные пункты с “большой землей” спутниковая связь.

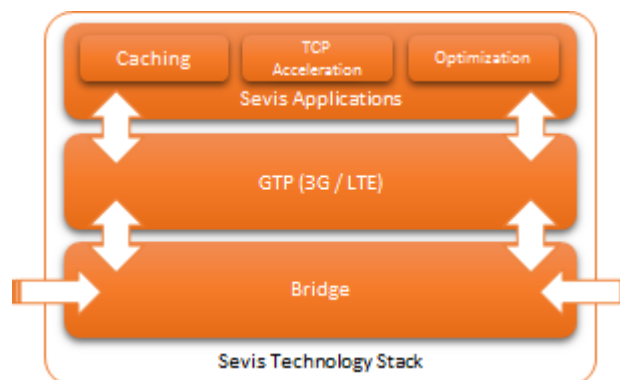
Но создать инфраструктуру мобильной радиосети сегодня уже означает не просто подключить базовые станции к ядру сети. Существуют специальные технологии, позволяющие оптимизировать использование каналов мобильного бэкхола для 2G, 3G и 4G / LTE радиодоступа. Кроме этого, в отрасли появляется тренд на вынесение проксирующих узлов, раздающих тяжеловесный контент (видео, обновления ПО, онлайн игры), ближе к конечному пользователю, чтобы файлы быстрее скачивались, видео показывалось с большим разрешением, играть было увлекательнее. Если пользователь доволен качеством услуг, то он готов больше их потреблять и приносить оператору больше денег.

Решение для Mobile Backhaul

Модемы U7400-C4 и C2 специально разработаны для применения в мобильных сетях:

- Модем U7400-C4 имеет встроенный механизм оптимизации для мобильного IP бэкхола для 2G, 3G и 4G
- Модем U7400-C2 имеет встроенный механизм оптимизации для мобильного бэкхола 2G / 3G с использованием интерфейсов E1.

Компания Advantech Wireless объединила усилия с партнером, компанией Sevis Systems, чтобы интегрировать технологии Sevis Systems для мобильных сетей 2G, 3G и 4G в составе модемов серии U7400 и на ASAT II™ хабе.



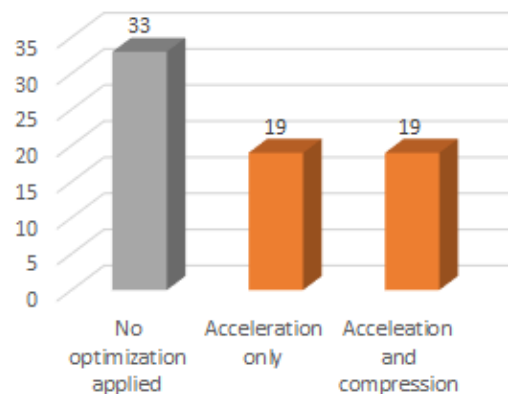
Суть этой технологии состоит в том, чтобы встроить в GTP туннели, которые сотовые сети используют для передачи мобильного трафика, сервер-ускоритель, как показано на рисунке. Этот сервер занимается оптимизацией пакетного трафика и кэшированием “тяжелого” контента. Например, скачав однажды видео из Youtube по запросу первого пользователя, второму и остальным пользователям отдавать его уже из кэша, не занимая каждый раз спутниковый канал для повторной передачи.

Оптимизация мобильного бэкхола для 2G, 3G и 4G

Технология оптимизации мобильного трафика Sevis Systems встроена в ПО спутниковых модемов U7400-C и хаба ASAT II™. Таким образом, система спутниковой связи, состоящая из VSAT хаба и множества терминалов, формируют прозрачную транспортную сеть мобильного бэкхола, которая оптимизирует прохождение мобильного трафика, при этом полностью интегрирована с механизмами QoS и ACM, работающими на спутниковом участке.

Алгоритмы собственной разработки компании Sevis для оптимизации мобильного трафика снижают требуемую для бэкхола полосу пропускания и ускоряют мобильный трафик в GTP туннелях. В результате, оператор получает чувствительную экономию канальной ёмкости, необходимой для сети радиодоступа Radio Access Network (RAN), а его абоненты - реальное улучшение качества пользования (QoE) услугами мобильной телефонии и доступа в Интернет со скоростью, типичной для LTE.

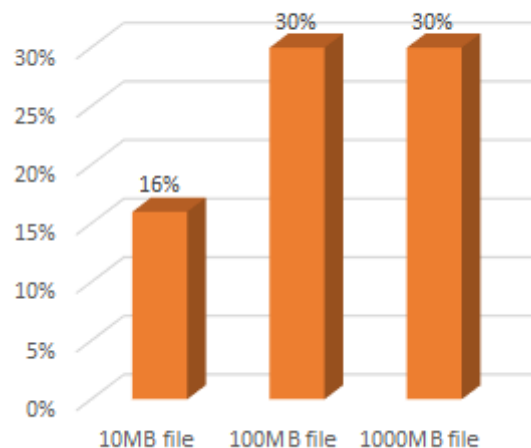
100MB file - download time [secs]



Помимо технологии Sevis Systems, оптимизирующей прохождение мобильного трафика, система ASAT II™ поддерживает также технологию WaveSwitch™, особенно полезную для сценария мобильного бэкхола.

Дневной паттерн мобильного трафика может сильно отличаться от вечернего и ночного. Существуют явные часы пик, которые идут по часовым поясам с востока на запад, вслед за Солнцем. Мобильный трафик на сети "дышит", меняется во времени, поэтому система VSAT должна уметь динамически подстраиваться под такие изменения. Технология WaveSwitch™ позволяет терминалу динамически изменять используемую технологию доступа в обратном канале в зависимости от клиентского трафика, переключаясь между режимами работы SCPC, MF-TDMA и ASCPC™. Мобильный абонент получает от этого улучшение качества сервиса, а мобильный оператор - довольных абонентов и экономию ресурса на спутнике.

Compression ratio



Ни MF-TDMA, ни SCPC не являются оптимальными технологиями доступа для бэкхола. Если первая технология имеет излишние расходы полосы на служебный трафик, то вторая - не самое эффективное использование канальной емкости. SCPC канал может быть недогружен трафиком, зато спутниковый ресурс под него постоянно расходуется, как для загруженного на 100%.

Механизм WaveSwitch™ берется за эту проблему, используя набор из трёх вариантов технологий доступа: MF-TDMA и ASCPC™ годятся для каналов, которые за продолжительное время имеют редкие пики трафика, а Dynamic SCPC - для каналов с постоянной высокой нагрузкой по трафику.

Оптимизация бэкхола, в частности, полезна для удаленных территорий, где низкий средний доход на абонента (ARPU), и где абонентов недостаточно много, чтобы развернуть наземный бэкхол и сплошное покрытие территории радиосетью.

Модемы U7400 для мобильного бэкхола комбинируют технологии Sevis Systems, которые отлично уплотняют голосовой трафик, улучшают передачу данных с использованием ускорителя TCP/IP и кэширования. Все вышеупомянутые улучшения в сумме дают до 30% экономии спутникового ресурса и значительное повышение качества сервиса для пользователя.

Наравне с модемом U7400, который монтируется в стойку, производится внешний спутниковый модем WU7400-C4, который можно использовать вне помещений в условиях неконтролируемого климата. Этот модем особенно хорошо подходит для small и micro базовых станций 3G / 4G, устанавливаемых на улице.



Эволюция к LTE/5G

В то время, как оптимизация мобильного бэкхола, описанная выше, нацелена на 2G, 3G и 4G сети, позволяя экономично развертывать мобильную связь в сельской местности и на удаленных территориях, технология edge computing и MEC, в частности, работают на переход к настоящему высокоскоростному мобильному доступу 5G.

Следующий этап улучшения качества мобильной связи должен вовлечь уже уровень приложений. Кэширование данных и хостинг CDN выходят на первый план, двигая распространение контента ближе к его потреблению. Здесь мы задействуем натуральное преимущество спутниковой связи, которая лучше всего подходит для распространения контента.

Применение спутниковой связи не ограничивается только закрытием ниши подключения изолированных удаленных территорий - она также успешно может заниматься доставкой "тяжелого" контента, например, видео, дополняя наземную связь и высвобождая ее ресурсы для интерактивных услуг. Видео по запросу и видеостриминг составляют значительную часть трафика Интернет. Согласно исследованиям

компании Cisco, 54% мобильного трафика Интернет в России в 2016 году составлял видеотрафик. По прогнозам той же компании, доля видео в мировом трафике Интернет вырастет до 80% в 2019 году. С учетом этих сведений, перенос видео контента ближе к границе сети таит в себе существенный потенциал экономии канальной емкости мобильного бэкхола.



U9000 VSAT Router with embedded Single Board Computer

Спутниковый модем U9000 был разработан для использования как раз в таком сценарии. Это не просто спутниковый модем, в нем есть встроенная компьютерная платформа для запуска на ней приложений, включая CDN, управление полосой пропускания, и эффективное комбинирование нескольких каналов, т.н. multi-link offload.

Преимущества для мобильных операторов

Модем U7400-C имеет лучший в своем классе функционал по оптимизации для мобильного бэкхола.

- Улучшение ROI - экономия до 35% OPEX в сценарии 3G/4G бэкхола
- Ускорение трафика для мобильного абонента до 30x и снижение задержки
- Оптимизация трафика 3G (Iuh) и 4G (S1), сжатие и ускорение GTP трафика и TCP сессий. Встроенные возможности для кэширования трафика
- Опция передачи трафика 2G/3G E1 (Abis) доступна к заказу
- Масштабирование и гибкость в развертывании и добавлении покрытия сотовой связью за считанные

Модем U9000 предлагает открытую и мощную компьютерную платформу.

- MEC-compliant (MEC - Multi-Access Edge Computing)
- Запуск Value Added Services (VAS) и других приложений, необходимых мобильному оператору

Серия модемов Ultimate использует функцию WaveSwitch™ для автоматического выбора оптимальной технологии доступа в обратном канале для текущего профиля трафика клиента.

Возможно применение этих модемов, как для стационарных объектов сотовой сети, так и для оснащения передвижных базовых станций, с возможностью подключения спутниковых антенн с OpenAMIP интерфейсом.

Сценарий 3: VSAT

Чтобы система VSAT эффективно предоставляла мультисервисные услуги, сегодня уже недостаточно просто перераспределять полосу между клиентами. Необходимо научиться динамически использовать оптимальную технологию доступа, которая будет соответствовать требованиям различных клиентских приложений.

В отличие от других систем VSAT, которые работают по принципу разбивки доступного ресурса спутника на фиксированные участки, второе поколение системы Advantech Wireless VSAT использует уникальную функцию WaveSwitch™, благодаря которой система умеет динамически, “на лету”, назначать лучшую технологию доступа для каждого клиента, при этом получая максимальную отдачу от спутникового ресурса и предоставляя клиентам лучшее качество сервиса.

Механизм Advantech Wireless WaveSwitch™ использует настраиваемые триггеры, которые могут быть индивидуальны на каждый VSAT терминал.

Различия технологий доступа

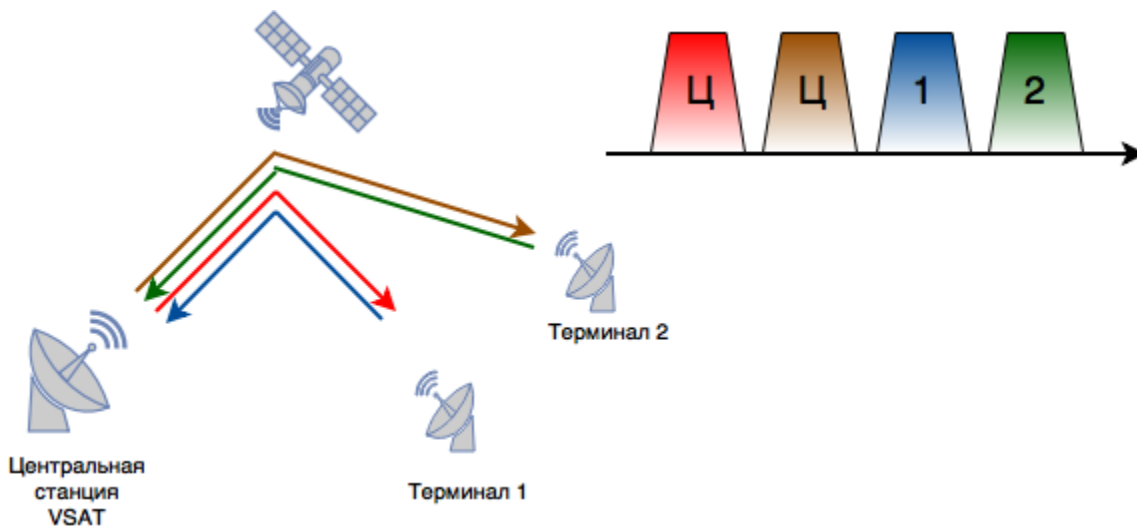
Современные технологии доступа в обратном канале описываются набором параметров, таких, как инкапсуляция + модуляция + кодирование. По-английски эта комбинация параметров называется коротко: waveform. Здесь и далее, мы будем называть термин waveform технологией доступа.

Различают следующие базовые VSAT технологии доступа SCPC/FDMA, SCPC DAMA, CDMA, TDMA, и MF-TDMA. Каждая технология доступа определяет для приложения, которое ее использует, соответствующую скорость, оверхеды, спектральную эффективность, способность к переподписке по полосе, и общую утилизацию спутникового ресурса.

Нет одной технологии, которая универсальна и годится на все случаи жизни. Надо поддерживать все технологии, и уметь их правильно применять. Оптимальное применение технологий доступа усиливает позитивное восприятие сервиса клиентом, что, в свою очередь, увеличивает доход и прибыль оператора, а также положительно влияет на его способность привлекать и удерживать клиентов.

SCPC

Технология доступа SCPC (Single Channel per Carrier) характеризуется тем, что при ее использовании, две передающие несущие с обеих сторон канала постоянно присутствуют на спутниковом ретрансляторе.



Эта технология наиболее эффективно использует мощность передатчика в переводе на доступную для трафика полосу. Из этого следует, что при проектировании канала системные инженеры могут выбирать между увеличенной скоростью канала и увеличенной надежностью за счет большей глубины FEC.

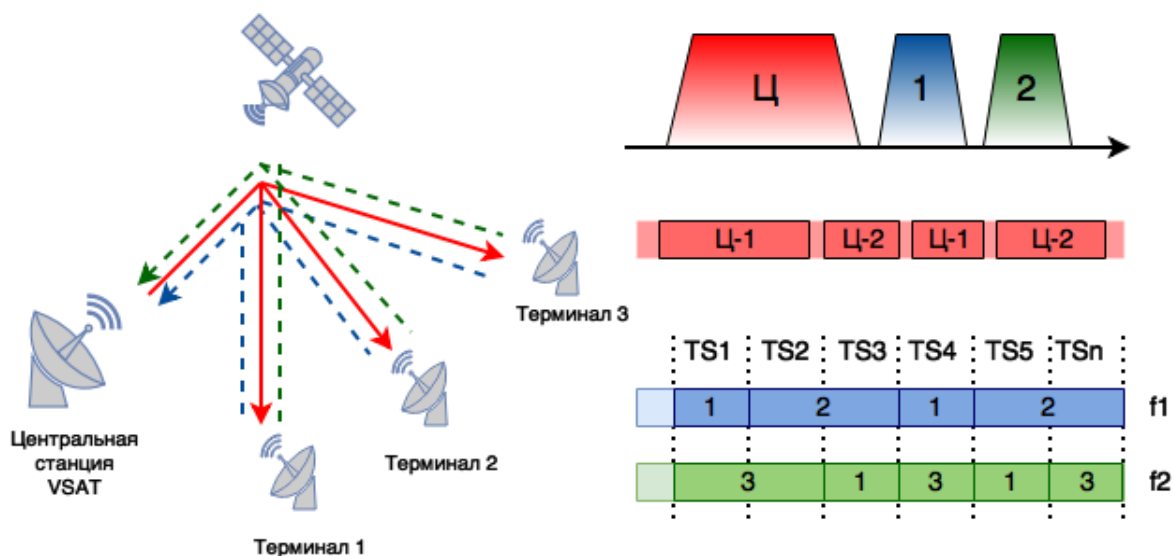
Технология SCPC наиболее эффективна, когда канал полностью утилизирован, т.е. загружен пользовательским трафиком. Если утилизация составляет 30% и менее, то лучше использовать технологию MF-TDMA.

Область применения SCPC технологии лежит вокруг традиционной высокоскоростной “битовой трубы” для real-time streaming приложений, например:

- Видеосвязь и мобильные ТВ корпункты
- Голосовые каналы
- Резерв оптических каналов
- Сеть для критичных к джиттеру и задержкам приложений: Oracle DB, ERP, шифрованных корпоративных каналов связи.

MF-TDMA

Системы MF-TDMA лучше подходят для применения, когда необходимо обслужить большое количество пользователей с непостоянным характером трафика, в котором присутствуют кратковременные пики.



Например, это могут быть пользователи, которые быстро переключаются между чтением веб-сайтов (периодическое скачивание небольшого количества информации) и просмотром видео (постоянный скоростной трафик).

Advantech Wireless в своей имплементации технологии MF-TDMA использует расширенный и улучшенный стандарт DVB-RCS, добавлены 8PSK и 16APSK схемы модуляции, увеличена эффективность инкапсуляции.

ASCPC™

Advantech Wireless представляет Adaptive SCPC - ASCPC™, технологию доступа, которая гарантирует скорость трафика для пользователя с использованием адаптивных SCPC-like каналов, с применением алгоритма умной переподписки CIR.

Технология доступа Advantech Wireless ASCPC™ берет и комбинирует то, что есть лучшего у SCPC и MF-TDMA. ASCPC™ отлично поддерживает такие интерактивные приложения, как пакетный голос VoIP и видеоконференции, обеспечивая минимальный джиттер и стабильную задержку, как у SCPC, в то же время предоставляя значительный уровень статистического уплотнения трафика (Statistical Multiplexing Gain). Область применения ASCPC™ - VoIP, Remote Desktop, корпоративные сети, видеостриминг, видеоконференцсвязь, мобильный бэкхол и другие приложения.

Сравнение спутниковых технологий доступа

| Технология доступа | Параметры использования | Примеры использования |
|--------------------|--|--|
| MF-TDMA | Низкая/средняя скорость. Переменный характер трафика. Высокая переподписка | Desktop, SCADA, ATM и другие приложения для транзакций, корпоративные сети |
| ASCPC™ | Удовлетворение высоких требований по SLA. Низкая/средняя переподписка | VoIP, Мобильный бэкхол, стриминг видео, видеоконференции, корпоративные сети |
| SCPC | Высокая скорость. Переподписка невозможна, т.к. это выделенный канал | Видео и ТВ, голосовые каналы, бэкап для оптических каналов, Oracle DB, ERP, зашифрованный трафик |

Переключение технологий доступа “на лету” с помощью WaveSwitch™

Из-за того, что запросы клиентов со временем эволюционируют, спутниковым операторам приходится пересматривать выбор лучшей технологии доступа для конкретного клиента или приложения.

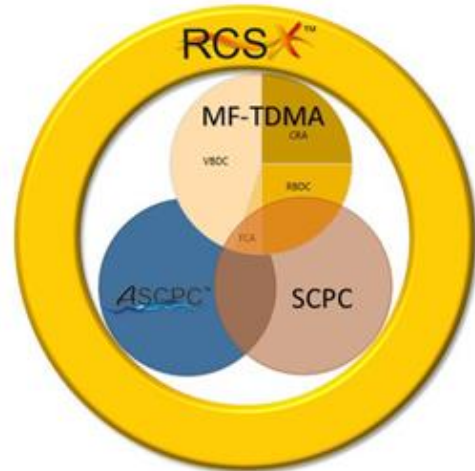
С механизмом WaveSwitch™ задача спутникового оператора значительно упрощается. WaveSwitch™ динамически выбирает наиболее подходящую технологию из набора SCPC, MF-TDMA и ASCPC™ для изменяющихся требований пользовательских приложений в реальном режиме времени.



Другие платформы VSAT тоже предлагают определенный набор технологий доступа, но их выбор спутниковый оператор делает вручную. При этом, приступая к переконфигурации технологии доступа, необходимо учитывать, какой модем был закуплен и установлен на дальнем конце канала. Он должен соответствовать планируемым переключениям. Из-за того, что клиенты с легкостью меняют требования, спутниковые операторы находят затруднительным выбор лучшей технологии доступа для каждого конкретного случая.

Благодаря функции WaveSwitch™ в платформе ASAT II™, задача оператора значительно упрощается. Ручного вмешательства более не требуется. Система динамически выбирает наиболее подходящую технологию доступа из набора RCSX™ технологий - ASCPC™ и MF-TDMA, а также SCPC DVB-S2 и S2X.

Функция WaveSwitch™ адаптирует технологии доступа к изменяющимся требованиям пользовательских приложений в реальном режиме времени. При этом адаптация возможна вплоть до индивидуального терминала, или группы терминалов. Например, когда речь не идет о продолжительной передаче высокоскоростного трафика, но трафик, тем не менее, имеет интерактивный характер, то оператор может задать, что для выбранных терминалов будут доступны только технологии MF-TDMA и ASCPC™, но недоступна технология SCPC.



Хотя механизм WaveSwitch™ достаточно гибок в конфигурации и использует набор настраиваемых триггеров, он также предлагает автоматическое распознавание клиентских приложений на основе умных триггеров, и переключение технологий доступа в зависимости от этого.

Помимо вышесказанного, WaveSwitch™ следит за адаптацией частотного плана “на лету”. Таким образом, доступный частотный ресурс оптимально распределяется между тремя технологиями доступа.

Триггеры

Функция WaveSwitch™ обладает большой гибкостью переключения технологий доступа благодаря настраиваемым триггерам:

- **Ручное переключение:** Может использоваться для поиска проблем, во время тестирования канала, или когда точно известно, что за приложение использует удаленный сайт.

Ручное переключение между режимами MF-TDMA, ASCPC™ и SCPC доступно в любое время с помощью системы управления NMS.

- **Триггер по расписанию:** Переключение режимов по расписанию чаще всего используется, если передача специфического типа трафика происходит по заранее известному графику.
- **Триггер по скорости трафика:** механизм WaveSwitch™ может автоматически менять технологию доступа по достижению заданного порога скорости передаваемого трафика. Другими словами, если удаленный сайт в определенное время начинает передавать слишком много трафика, то лучше для его передачи использовать SCPC режим, и система переключится на него сама.

- **Триггер по характеру загрузки канала:** Удаленный сайт может переключаться между тремя режимами работы (SCPC, ASCPC™ and MF-TDMA), когда изменяется загрузка канала со стабильной на переменчивую, и наоборот.
- **Триггер по профилю IP сессии:** Выбор режима работы может зависеть от профиля передаваемого IP трафика на основе таких признаков, как IP адрес получателя, видео-стриминг, мультикаст, определенный ToS в заголовке IP пакетов, и др.
- **Триггер по качеству спутникового канала:** Система постоянно анализирует качество канала для каждого терминала. Она видит, какие терминалы в настоящее время испытывают проблемы с используемыми параметрами modcod и режимами работы. На основе этих данных система автоматически подстраивает канал связи (включая параметры ULPC и ACM) для конкретного удаленного терминала, подбирая самый оптимальный режим работы в данных условиях.

Примеры использования триггеров

Приоритезация определенных каналов

- Корпоративный центр всегда будет иметь возможность передавать на полной скорости в любых условиях.

Триггер по расписанию

- Заданный день и время. Например, видеоконференция запланирована на пятницу с 14 до 15 часов.
- Повторяемые события. Планерка с удаленными филиалами проходит каждый понедельник с 9 до 10 утра.
- В это время будет обеспечена необходимая приложениям полоса.

Триггер по объему трафика

- Превышение заданного уровня. Подсчет и округление трафика происходит за промежуток времени от 1 сек до 10 мин
- Пример:
 - MF-TDMA для скоростей до 128 Кбит/с
 - ASCPC™ для скоростей от 128 Кбит/с до 1 Мбит/с
 - SCPC для скоростей выше 1 Мбит/с

Триггер по характеру загрузки канала

- Удаленный офис использует почту, интернет и телефонную связь для ежедневной работы. Характер трафика при этом переменный. Но в ночные часы происходит синхронизация баз данных, она занимает канал постоянным трафиком. Система определяет это событие и переключает технологию доступа на с MF-TDMA на ASCPC™.

3D-BOD™

Механизм функции ASAT II™ WaveSwitch™ реализует 3-х мерную модель алгоритма предоставления полосы по требованию - 3D BOD (Bandwidth on Demand), оперируя тремя параметрами: полоса, технология доступа и соглашение об уровне услуг (SLA).

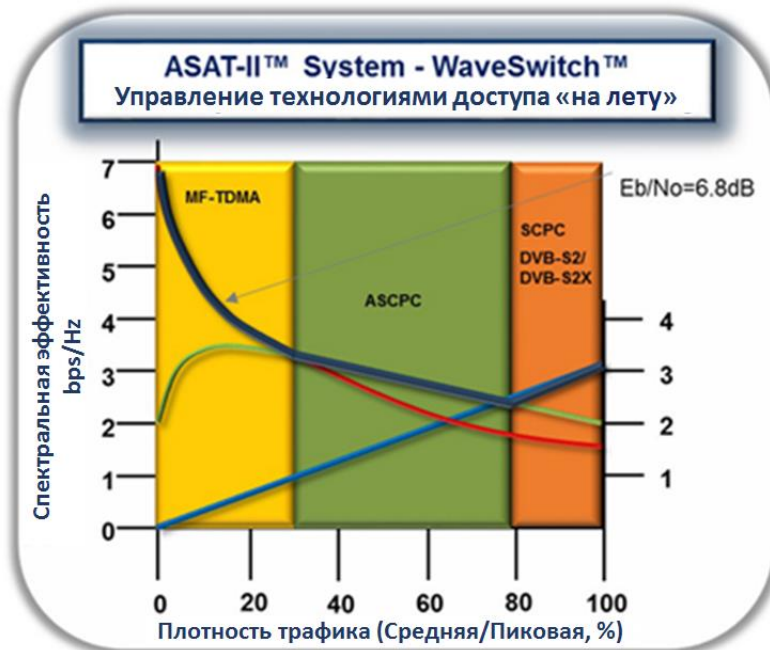
С технологией 3D BOD клиент получит наилучшие из возможных качество услуги при самой эффективной утилизации спутникового ресурса.



Компания Advantech Wireless накопила большой опыт оптимизации полосы для клиентского трафика, в сочетании с предоставлением услуг разного типа и обеспечением дифференцированного уровня сервиса (SLA) разным клиентам. Это всё реализовано основе единой системы VSAT и единого спутникового ресурса с помощью алгоритма 3D BOD.

Управляя потоками разнотипного трафика самых разных приложений, с разными скоростями и пиками трафика, механизм WaveSwitch™ предоставляет лучшее качество услуг для пользователей, динамически комбинируя преимущества трёх технологий доступа: MF-TDMA, ASCPC™ и SCPC.

Механизм WaveSwitch™ обеспечивает динамическое переключение режимов работы обратного канала “на лету”. Переключение происходит в соответствии с трафиком клиента, который передается в данный конкретный момент, и клиентским соглашением об уровне сервиса SLA. Механизм WaveSwitch™ управляет полосой и качеством пользования услугами для всех клиентов системы VSAT.



Бизнес-кейс использования ASAT II™ WaveSwitch™

Типовой сценарий

Если отстраниться от специфических бизнес-кейсов, то список ниже можно считать более-менее полным перечнем соображений, которые важны и имеют значение при выборе наилучшей системы для типичного бизнес-кейса оператора спутниковой связи.

- Требования по трафику, определённые пользователем
- Перечень приложений, которые должны поддерживаться
- Умение системы быстро адаптироваться под изменяющиеся требования по полосе
- Умение системы показать лучшую эффективность для каждого приложения
- Какую технологию доступа использовать?
 - SCPC
 - MF-TDMA
 - ASCPC™

Пример бизнес-кейса:

Описание сети

Сеть состоит из 100 удаленных терминалов:

- 5% терминалов предоставляют Интернет и Мобильный Бэксхол
- 20% терминалов предоставляют Интернет и каналы “Битовая труба”
- 75% терминалов предоставляют только Интернет

| Приложение | Пиковая скорость (Кбит/с) | CIR (Кбит/с) |
|-----------------------|---------------------------|--------------|
| Интернет | 250 | 50 |
| Мобильный Бэксхол | 1500 | 1000 |
| Канал “Битовая труба” | 2000 | 2000 |

Интернет трафик имеет непостоянный характер с периодическими пиками, но в целом, с относительно низкой скоростью. Также Интернет трафик довольно хорошо переносит джиттер (колебания задержки) и замечательно адаптируется к переподписке.

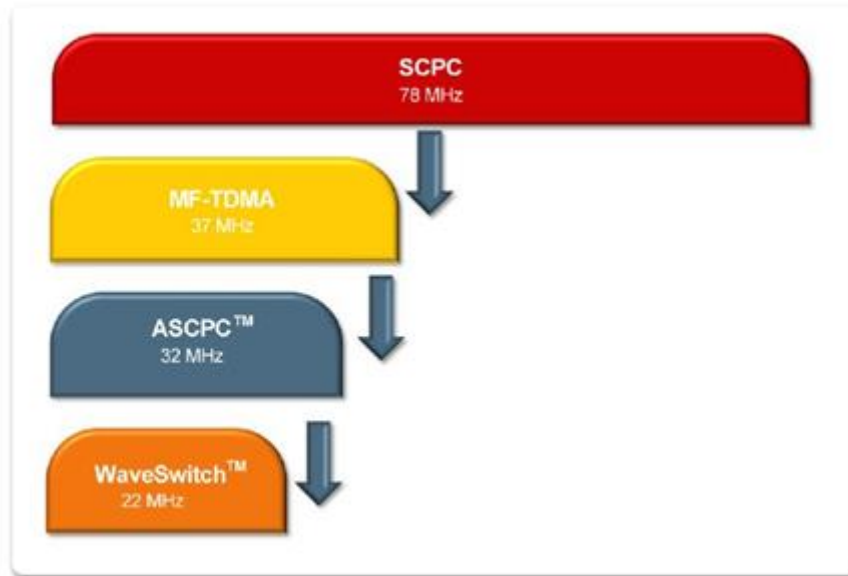
В отличие от Интернет трафика, трафик Мобильного Бэксхола очень требователен к джиттеру и плохо переносит переподписку. Но, в какие-то периоды времени может продемонстрировать снижение загрузки канала.

Канал типа “Битовая труба” используется рядом приложений, у которых есть совершенно жёсткие требования по поддержанию постоянной пропускной способности и полная несовместимость с переподпиской.

Таким образом, у каждого приложения есть свои требования. Спутниковый оператор должен выбрать, либо одну лучшую технологию доступа на все приложения, либо, если в его распоряжении находятся несколько технологий, распределить их между приложениями оптимальным образом.

В чём проблема одной технологии? Она будет удобна, скорее всего, только одному приложению. Трафик второго приложения будет передан с низкой спектральной эффективностью, а третьего с низкой утилизацией сетевых ресурсов.

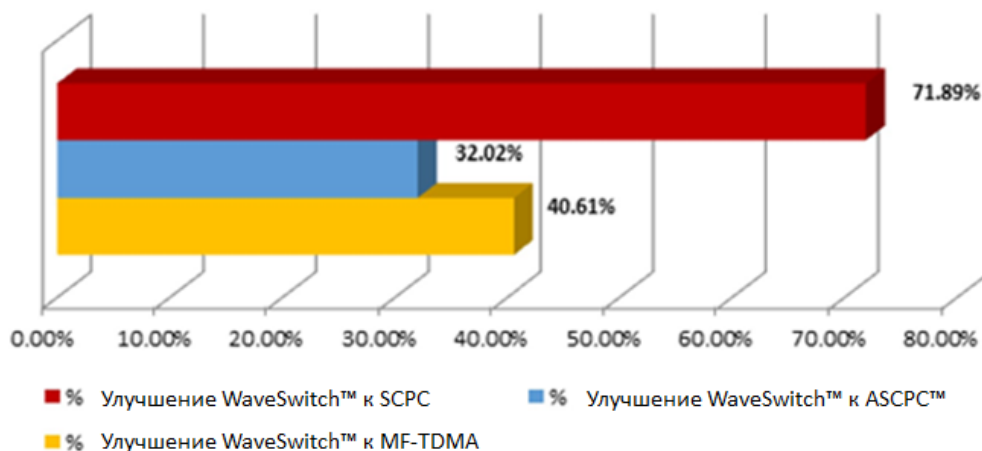
Ниже приведена иллюстрация спектральной эффективности различных технологий доступа по отдельности, для удовлетворения задачи, описанной в бизнес-кейсе. Обратите внимание, сколько МГц спутникового ресурса потребуется в каждом случае:



Если рассматриваем технологии по отдельности, то SCPC - самая неэффективная из всех, MF-TDMA показывает средний результат, а ASCPC™ демонстрирует наилучший результат из трёх.

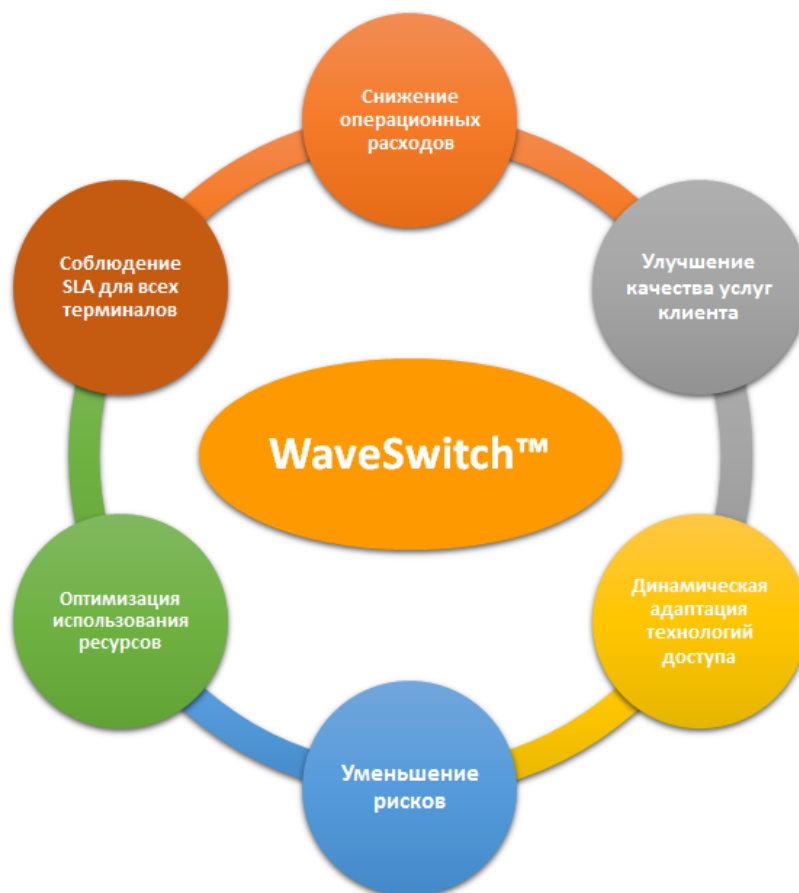
Но когда в дело вступает механизм WaveSwitch™, то он комбинирует все три технологии доступа, применяя для каждого пользовательского приложения лучшую для него технологию. В результате спектральная эффективность системы увеличивается еще больше. При этом всё будет сделано автоматически, то есть незаметно и без участия как оператора, так и пользователя. Что касается пользователя, то ему система с помощью WaveSwitch™ предоставит самое лучшее качество услуги, отчего этот пользователь станет доволен и еще больше лоялен оператору.

На диаграмме ниже показано, насколько механизм WaveSwitch™ эффективнее каждой из технологий доступа по отдельности.



Преимущества WaveSwitch™

- В отличие от платформ с одной технологией доступа, ASAT II™ поддерживает три технологии для максимальной адаптации к динамически изменяемым требованиям клиентских приложений;
- Технологии доступа переключаются динамически для каждого удалённого терминала;
- Выше эффективность использования спутникового ресурса. Снижение OPEX на величину до 50% и более;
- Лучшее качество услуг для клиента, благодаря использованию оптимальной технологии доступа для конкретного клиентского приложения и соблюдению SLA;
- Какое бы ни появилось приложение у клиента завтра, оно будет поддерживаться на удалённых спутниковых терминалах;
- Ниже операционные расходы, т.к. не требуется ручное управление утилизацией спутникового сегмента.



Сценарий 4: Передвижной корпункт

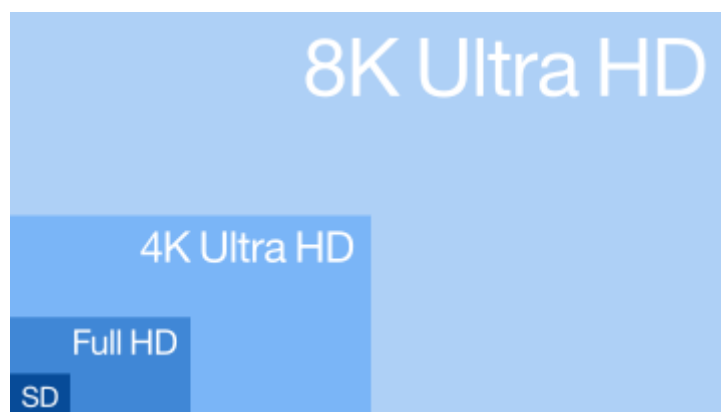
Сегодня передвижные ТВ корпункты часто используют одностороннюю передачу ТВ сигнала на телестудию через спутник. Комплексный видеосигнал (картинка + звук) через кодер и модулятор поступает на передатчик, который поднимает несущую на спутниковом ретрансляторе. Приемник в телестудии принимает сигнал со спутника, демодулирует и декодирует его обратно в телевизионный стандарт. В качестве обратного канала связи со студией используется обычная сотовая сеть.



Для лучшего взаимодействия корпунктов с телестудией рекомендуется использовать двустороннюю связь через спутник, как наиболее независимую и устойчивую в полевых условиях. Чтобы она появилась, достаточно с двух сторон поставить модемы U7400, которые не только обеспечат передачу картинки в студию, но и позволят передвижному корпункту в любой точке на карте страны работать, как из головного офиса телестудии.

В дальнейшем, при развитии сети корпунктов, топологию “точка-точка” можно преобразовать в “точка-многоточка” с выделенным хабом.

Модемы серии U7400 предоставляют достаточную скорость для передачи HDTV и 4k UHD TV сигнала, и даже некоторых вариантов 8k UHD TV.



Как комплексное решение для оснащения передвижных корпунктов, спутниковые модемы серии U7400 хорошо сочетаются с радиочастотным оборудованием производства Advantech Wireless. Например, с усилителями 125 Вт для C, Ku и X диапазонов, которые для обеспечения непрерывности работы в “поле” поставляются в комплекте 1+1 “горячий резерв”.



Оборудование от одного производителя не только гарантированно сопрягается друг с другом в техническом смысле, но для него имеется согласованный роадмап разработки нового функционала на несколько лет вперед. А также обеспечивается единая поддержка и гарантия от вендора, что немаловажно для продолжительной бесперебойной эксплуатации сложных электронных и программных комплексов.