

СИСТЕМЫ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СВЯЗИ В E-ДИАПАЗОНЕ:

опыт эксплуатации Siklu EtherHaul-1200

С.Портной, д.т.н. sergey.p@siklu.com
С.Рыбалко s.rybalko@comptek.ru
В.Федоров v.fedorov@comptek.ru

Радиорелейные линии миллиметрового диапазона в последние пару лет произвели подлинную революцию в построении опорных сетей для широкополосных систем беспроводной связи, таких как 3G (HSPA), WiMAX, LTE [1]. Чуть больше года назад одним из ведущих игроков в этой области стала молодая израильская компания Siklu. Мы уже рассказывали о технических особенностях оборудования этой компании [2] и об опыте его полевых испытаний [3]. Предлагаемая статья посвящена практическим эксплуатационным испытаниям системы Siklu EtherHaul-1200, проведенным компанией "Скартел" (YOTA). По итогам этих испытаний система была признана полностью соответствующей всем требованиям для эксплуатации в сетях YOTA.

Развитие систем широкополосного беспроводного доступа, особенно с началом массового внедрения технологий LTE, привело к резкому росту беспроводного трафика. Соответственно, резко возросла нагрузка на опорные сети – трафик ведь нужно доставить до базовых станций. Действительно, всего за несколько лет емкость типичного сектора базовой станции возросла с менее 30 до 100 Мбит/с, что диктует принципиально новые требования к транспорту для подключения базовых станций. Магистраль на волоконно-оптических линиях связи легко масштабируется – например, с помощью спектрального уплотнения WDM или за счет использования дополнительных волокон (если они предусмотрены). Однако немало базовых станций подключены через радиорелейные каналы. И для таких линий связи вопрос масштабирования стоит гораздо серьезней.



Рис.1. Система EtherHaul-1200 – базовая станция с антенной диаметром 26 см

Пропускная способность радиорелейных станций "классических" диапазонов (6-42 ГГц) не превышает 300 Мбит/с на канал, т.е. ее будет не хватать уже для четырехсекторной базовой станции. Еще более ухудшает ситуацию малый частотный ресурс в этих диапазонах - получить пару частот шириной 56 МГц, необходимую для максимальной скорости, удастся лишь в малонаселенных регионах. В других случаях приходится довольствоваться полосами в 28 или даже 14 МГц, в которых можно рассчитывать лишь на пропускную способность 80-150 Мбит/с. Но даже эти небольшие полосы получить не так просто: существующий порядок использования радиочастотного спектра требует регистрации частот и изучения электромагнитной совместимости. Эти процедуры занимают 10-12 месяцев и обходятся

оператору в несколько тысяч долларов. То есть, даже видя в своей сети область со слабым уровнем сигнала, оператор вынужден ждать около года, прежде чем сможет расположить дополнительную базовую станцию.

К счастью, сейчас новые технологии радиорелейной связи позволяют решить обе проблемы сразу. Радиорелейные станции E-диапазона (71-76 и 81-86 ГГц), согласно законодательству РФ, могут использоваться без получения частотных присвоений, т.е. без годового ожидания и каких-либо расходов. А современное радиорелейное оборудование в этом диапазоне позволяет получить пропускную способность порядка 1 Гбит/с на канал, что более чем достаточно для обслуживания базовой станции LTE с шестью секторами.

Одним из ведущих производителей в области радиорелейных систем E-диапазона выступает

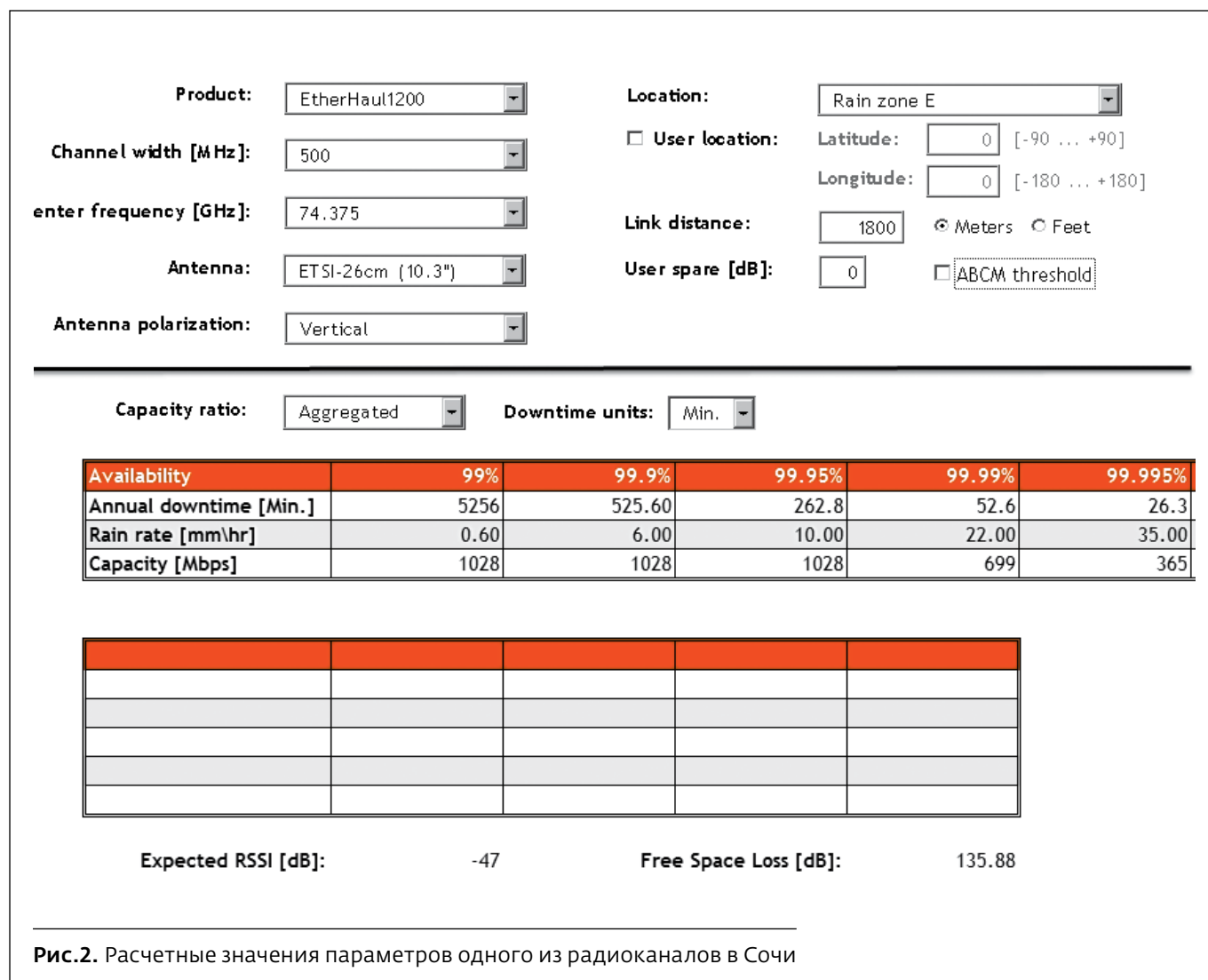


Рис.2. Расчетные значения параметров одного из радиоканалов в Сочи

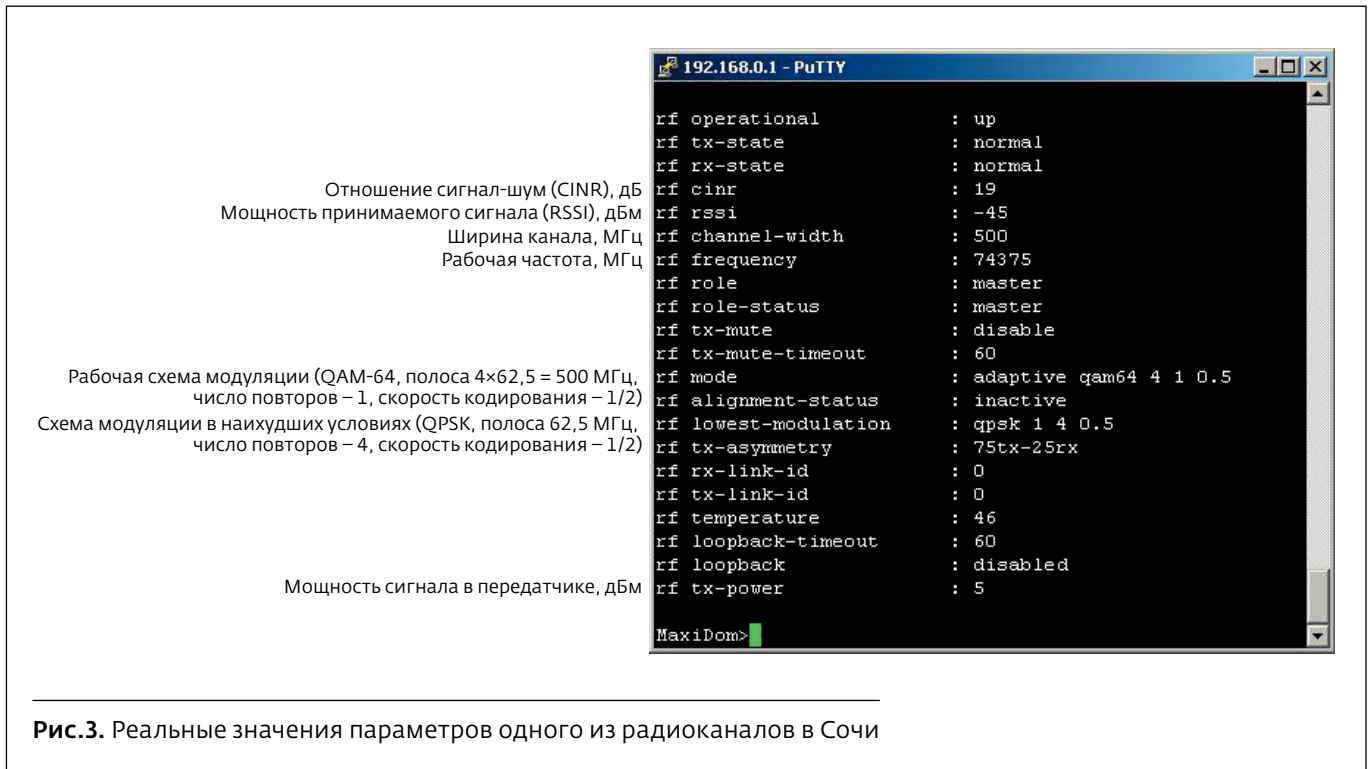


Рис.3. Реальные значения параметров одного из радиоканалов в Сочи

компания Siklu. Она производит систему радиорелейной связи EtherHaul-1200 (рис.1) [1]. Система обеспечивает скорость передачи данных до 1 Гбит/с в диапазоне 71-76 ГГц. Это компактное решение подключается к базовой

станции по интерфейсам Gigabit Ethernet (медным или оптическим).

Несмотря на небольшой габарит и беспрецедентно низкую стоимость, EtherHaul-1200 – не просто радиоудлинитель. Система

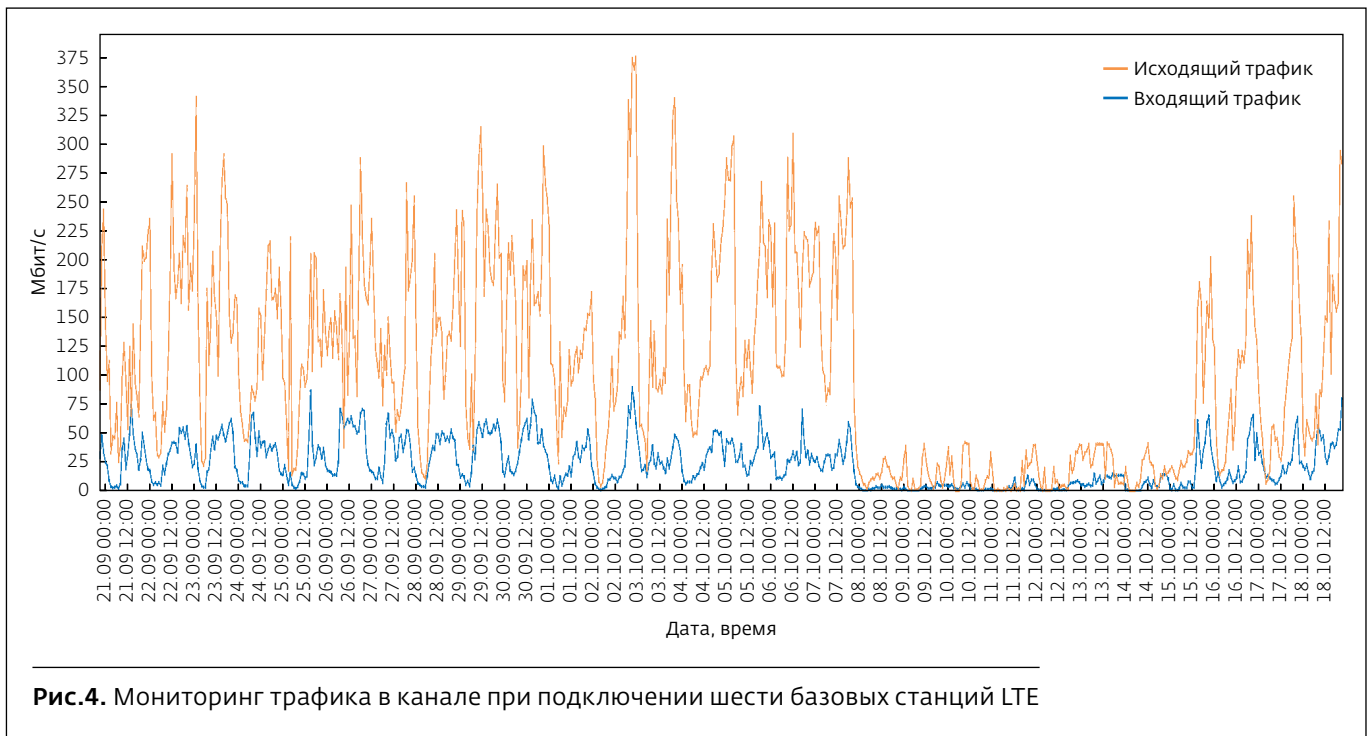
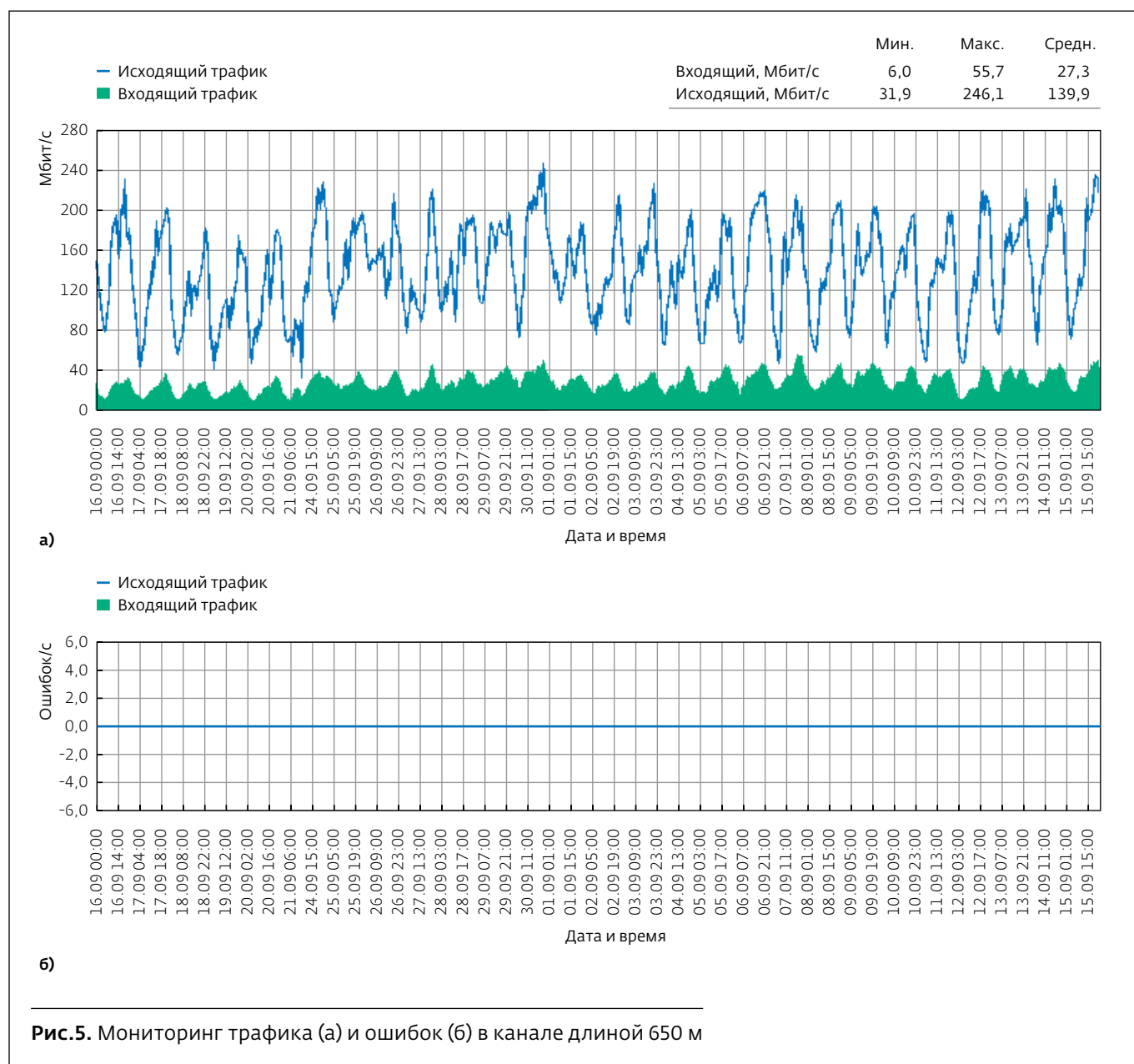


Рис.4. Мониторинг трафика в канале при подключении шести базовых станций LTE

поддерживает технологию Synchronous Ethernet (IEEE 1588, ITU-T G.8262 / 8264), а также контроль качества предоставления услуг (QoS) по всем распространенным критериям, включая метки MPLS. Основное предназначение EtherHaul-1200 – организация высокоскоростных каналов связи протяженностью до 3-3,5 км для соединения сегментов сетей, подключения базовых станций и построения корпоративных сетей.

Пример использования таких решений – применение оборудования фирмы Siklu известной компанией "Скартел" (торговая

марка YOTA). В сентябре 2012 года YOTA провела тестовые испытания и признала модель EtherHaul-1200 полностью удовлетворяющей всем требованиям магистральных каналов для LTE. Тестовая зона для испытаний оборудования была развернута в Сочи и Краснодаре. Тестировалась версия EtherHaul с "однфутовыми" антеннами (точнее, диаметр антенны составляет 26 см), позволяющая строить каналы протяженностью до 2,5 км, что является достаточным для 80-90% базовых станций сотовой связи и LTE в черте городской застройки. Заданная



ширина канала – 500 МГц, центральная несущая – 74,375 ГГц.

Дальность типового пролета в обоих городах составляла 1,5–1,8 км, одна монтажная бригада развертывала два пролета в сутки. Причем большая часть времени уходила на доступ к объектам и движение по городу. Сам монтаж и юстировка одного пролета занимали не более полутора часов. Чему способствовал тот факт, что в комплект устройства уже входят все необходимые компоненты и расходные материалы – инжектор питания, грозозащита, муфты для кабелей.

По сути, основная особенность систем E-диапазона – очень узкая диаграмма направленности. С одной стороны, именно она позволяет организовывать практически неограниченное число пролетов – коэффициент переиспользования частот у таких систем беспрецедентно высок. Но с другой – эта особенность требует навыков и внимательности при юстировке. Ведь даже маленькая однфутровая антенна устройства имеет направленность всего 1°, что соответствует 4–5-футовым антеннам "классических" диапазонов. Для точного наведения одной антенны на другую используется специальный юстировочный режим. С помощью двух юстировочных винтов для поворота антенны в вертикальной и горизонтальной плоскостях можно добиться максимума принимаемого сигнала. Для контроля мощности сигнала достаточно простейшего мультиметра, подключенного в специальный порт станции (система автоматически выдает напряжение, пропорциональное мощности сигнала, каждые 10 мВ соответствуют -1 дБм). Компания Siklu предлагает удобную утилиту, позволяющую рассчитать ожидаемый уровень сигнала и коэффициент доступности радиоканала для различных схем модуляции (рис.2).

Как показали практические результаты, достигнутые значения даже превзошли расчетные. Так, вместо расчетного уровня мощности принимаемого сигнала (RSSI) в -47 дБм реальное значение составило -45 дБм (рис.3).

Система EtherHaul-1200 легко интегрировалась в сеть заказчика, управление системы по протоколу SNMP было выведено в VLAN управления заказчика, что позволило

отслеживать все необходимые параметры канала. Электропитание было проведено прямо от шкафа базовой станции LTE (48 В), хотя возможно и питание по витой паре (Power over Ethernet).

Продолжительное тестирование показало отсутствие потерь трафика в радиоканале, что говорит о том, что канал справился с сегментом из шести базовых станций LTE, подключенных к нему без перегрузки. А трафик в сети был за это время весьма значительный, до 400 Мбит/с (рис.4).

Современные базовые станции в городе расположены очень плотно, более половины тестовых сайтов имели пролеты менее километра. Приведем график еще с одного пролета, протяженностью всего 650 м. В данном случае, из-за трудных условий юстировки одной из радиорелейных станций (вынос на вышке) и надвигавшегося дождя мы остановились на значении -41 дБм, что несколько хуже расчетного (-38 дБм). Впрочем, производитель говорит о допустимости отклонения до -4 дБ от расчетного значения. Нагрузка на этот канал за время измерений составила порядка 250 Мбит/с. Мониторинг показывает отсутствие потерь трафика, как и на первом канале (рис.5).

* * *

Таким образом, по результатам тестирования оборудование Siklu EtherHaul-1200 было признано полностью удовлетворяющим требованиям YOTA к магистральным радиоканалам и допущено к эксплуатации на сети. Теперь подключение новой базовой станции по радиоканалу занимает не год, а менее суток.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вишневский В., Фролов С., Шахнович И.** – Радиорелейные линии связи в миллиметровом диапазоне: новые горизонты скоростей. – Первая Миля, 2011, №2, с.40–47.
2. **Портной С., Иванов А.** Оборудование компании Siklu для систем передачи данных E-диапазона. – Первая Миля, 2011, №4, с.16–19.
3. **Портной С., Иванов А., Сергиенко М.** Полевые испытания системы высокоскоростного радиодоступа "точка-точка" Siklu EtherHaul-1200. – Первая Миля, 2012, №1, с.32–35.

В ЧЕМ СЕКРЕТ Siklu?

Рассказывает консультант по стратегии в России и странах СНГ компании Siklu С.Л.Портной, д.т.н.

Компания Siklu очень молода, впервые специалисты заговорили о ней в 2010 году. Однако сегодня это – один из наиболее значимых игроков в мире систем радиорелейной связи в E-диапазоне. При высоких технических характеристиках решения Siklu отличает существенно более низкая цена. За счет чего удалось этого добиться, каковы планы компании на ближайшую перспективу нам рассказал консультант по стратегии в России и странах СНГ компании Siklu Сергей Львович Портной.



Сергей Львович, компания Siklu вышла на рынок в начале 2011 года. Как она создавалась?

Действительно, компания образована четыре года назад. Ее основала команда специалистов во главе с Ициком Киршенбаумом, одним из самых известных специалистов в мире в области создания микросхем для беспроводных систем связи. До этого он возглавлял направление WiMAX в корпорации Intel, был руководителем подразделения Broadband Wireless Division. До работы в Intel И.Киршенбаум в 2000 году выступил организатором и возглавил компанию Envaga, занимавшуюся разработками и поставками решений в области IEEE 802.11. В 2004

году эта компания вошла в Intel, ее специалисты занимались разработкой чипсетов Intel для систем беспроводной широкополосной связи. К 2008 году у И.Киршенбаума в содружестве с несколькими инженерами родилась идея создания дешевого и надежного оборудования в безлицензионном диапазоне 70–80 ГГц. Была организована компания, за три года разработали и выпустили две микросхемы, на основе которых и создается оборудование Siklu.

Оборудование Siklu от конкурентов отличает гораздо более низкая цена. За счет чего этого удалось достичь?

Siklu – единственный в мире разработчик чипсетов для E-диапазона. Наша

продукция принципиально отличается от изделий конкурентов тем, что она построена на чипсете, на интегрированном решении. Именно это и позволило кардинально – в разы по сравнению с конкурентами – снизить цену устройства. И в дальнейшем цена будет снижаться. У всех остальных трансиверы построены на дискретных компонентах, поэтому их решения существенно дороже.

Тогда Siklu неминуемо должна стать поставщиком OEM-решений для других компаний?

Это и происходит. Наши решения используют ведущие производители радиорелейного оборудования для IP-сетей, которые

в совокупности занимают более 50% рынка радиорелейных систем (во всех диапазонах).

Предполагается ли поставка чипсетов или модулей на их основе как отдельного продукта?

Нет, и это – наша принципиальная позиция. На чипсете Siklu оборудование будет производить только компания Siklu.

Среди соинвесторов Siklu – компаний Qualcomm, один из ведущих разработчиков и производителей беспроводных систем и элементной базы для них. Участие этой компании носит чисто финансовый характер или она привнесла какие-то технологические решения?

У Siklu нет технологических соинвесторов, только финансовые. Стратегически Siklu планирует совместные проекты с компанией Qualcomm, но не в ближайшей перспективе.

Для каких основных задач предназначены решения компании Siklu?

Можно выделить два основных направления использования нашего оборудования – сети доступа и транспортные сети операторов систем широкополосного беспроводного доступа (ШБД) – LTE, WiMAX, 3G. В этом году было порядка 2000 инсталляций, причем из них около 1000 – в России. Большинство из них связаны именно с системами доступа – "последняя миля" к домам, мосты для оптических сетей и т.п.

Однако основное назначение наших решений – это опорные сети систем ШБД, систем 4G. Плотность базовых станций таких сетей будет возрастать, а сами сети – расширяться. Технологии LTE и WiMAX принципиально отличаются от сетей 3G тем, что предусматривают возможность прямой связи между базовыми станциями, а для этого нужны высокоскоростные каналы. Наше оборудование изначально разрабатывалось именно для такого рода применений. Однако поскольку пока нет крупных сетей LTE, нет и массовых инсталляций в этом направлении. Но это – не особенность компании Siklu, и у других производителей оборудования E-диапазона ситуация аналогична. Ведь крупные операторы ШБД начали обращать внимание на эту технологию лишь год-полтора назад, тендеры начали проводить только сейчас.

В какие страны и регионы поставляется оборудование Siklu?

В основном это Восточная и Западная Европа и Россия. В США продажи начались в 2012 году. Там достаточно сильны позиции у наших конкурентов – компаний E-band и BridgeWave, в частности, у самого большого в мире WiMAX-оператора ClearWire. Поэтому потребовалось определенное время, чтобы просто попасть на этот рынок.

Компания Siklu рассматривает российский рынок как один из наиболее приоритетных. Говорить о статистике пока бессмысленно, поскольку реальные продажи только

начались. Но все же, порядка 50% оборудования продано именно в Россию. И в этом – большая заслуга директора Siklu по продажам в России и странах СНГ Игоря Башеса.

Вообще же рынки сильно завязаны на регуляторику. Одним из самых перспективных рынков компания считает Индию. Там очень высока плотность населения, соответственно, высока плотность базовых станций и мало развита инфраструктура оптических сетей. Пока значимых продаж там нет, поскольку E-диапазон является лицензируемым. Siklu работает с местным регулятором, и как только E-диапазон откроется, уровень продаж будет нарастать лавинообразно.

В целом, нужно два фактора, чтобы оборудование продвигалось на рынке того или иного региона. Это наличие открытого E-диапазона (или низкая стоимость частотных присвоений) и недостаточно развитая инфраструктура оптических сетей. Так, в России E-диапазон недавно стал нелегитимным, оптических линий связи тоже недостаточно. Поэтому неудивительны успехи компании в России. С лета 2012 года E-диапазон открыт на Украине, и Siklu приступает к поставкам оборудования ведущим телекоммуникационным компаниям этого региона.

Каковы ближайшие планы компании по развитию своей продукции?

Сегодня наши системы используют дуплексирование на основе временного разделения канала (TDD). Это очень

удобное решение, особенно для систем с несимметричным трафиком, какими являются системы ШБД. Однако ряд заказчиков привык работать с частотным разделением дуплексных каналов (FDD), и Siklu приступила к производству оборудования EtherHaul-2000.

Если сегодня оборудование Siklu работает только в E-диапазоне, то в ближайших планах компании – освоение диапазона 60 ГГц. Там несколько другая регуляторика, ограничена выходная мощность, соответственно будут меньше размеры антенны и ниже цена. Область применения останется той же самой, что и для E-диапазона, только на более короткие расстояния, в сотни метров, поскольку в 60-ГГц

диапазоне затухание радиосигнала гораздо выше. Это решение, например, ориентировано на опорные сети для пико- и фемтосот. С точки зрения чипов это будет та же идея, но несколько другая реализация.

Как строятся продажи продукции Siklu в России?

Мы пробовали работать с разными компаниями, сейчас у Siklu – несколько дистрибьюторов в России, но безусловным лидером среди них, с большим отрывом, выступает компания "Комптек". Причем не только по уровню продаж, но и по степени поддержки клиентов, проектной экспертизы. Например, в этом году компанией "Комптек" переведены и адаптированы

авторизованные курсы по продукции Siklu, так что теперь в России доступно не только оборудование, но и проектная и послепродажная поддержка, а также русскоязычное обучение специалистов – в Москве или с выездом тренера к заказчику.

Кто в России является основным покупателем оборудования Siklu?

Из крупных компаний – это "ЭР Телеком", YOTA и "Мегафон", "Ростелеком", МТС, а также много мелких и средних компаний – клиентов "Комптека".

Спасибо за интересный рассказ.

*С.С.Л.Портным беседовал
И.В.Шахнович*