MWC 2017: эра 5G уже за поворотом

С. Попов, Л. Набоких

DOI: 10.22184/2070-8963.2017.63.2.62.78

Главное событие мира мобильной связи – Всемирный конгресс и выставка Mobile World – прошло в пригороде Барселоны с 27 февраля по 2 марта 2017 года.

Столица испанской автономной провинции Каталония, уже достаточно давно присвоившая себе звание "столицы мобильного мира", принимала глобальное событие уже в 12-й раз. Городу оно дало в этот раз 13200 временных рабочих мест. Право выступать площадкой для конгресса закреплено за Барселоной по 2023 год.

Статистика, представленная организатором MWC 2017 – Ассоциацией GSMA – убедительно опровергает достаточно широко распространившееся в последнее время в российском отраслевом сообществе мнение, что выставочные мероприятия в эпоху повсеместного распространения интернета стали рудиментом и не заслуживают траты

средств и времени. Параметры барселонского события далеко не первый год подряд увеличились в сопоставлении с предыдущим. Число экспонентов превысило 2300 (в прошлом году – около 2200), при этом наряду с телекоммуникациями были масштабно представлены такие отрасли, как автомобилестроение, финансы и здравоохранение (куда же сегодня без телемедицины).

Несмотря на то, что времена взрывного роста мобильной связи позади, доходы отрасли продолжают расти. По мнению аналитиков GSMA intelligence, рост продолжится и в ближайшие пять лет. Доходы в развитых странах увеличатся с 400 млрд долл. в 2016-м до 451 млрд долл. в 2020 году

(в среднем на 3% в год), а в развивающихся экономиках – с 652 млрд долл. до 687 млрд долл. (1,3% в год).

Число уникальных посетителей MWC возросло на 7%, достигнув 108 тыс. Организаторы отмечают, что женщины составили 23% от этого числа, причем в цифрах годового прироста их доля выросла вдвое больше общей – 14% к MWC 2016. На событии зарегистрировались 3500 представителей СМИ и аналитиков.

На основной выставочной площадке – Fira Gran Via – была задействована площадь 115 тыс. кв. м (в 2016 году – 110 тыс. кв. м), а два события-спутника – специализированная выставка стартапов 4YFN и молодежный мобильный фестиваль YoMo заняли еще 50 тыс. кв. м в построенном еще в 1929 году выставочном комплексе, где MWC (под именем 3GSM World) начинал свой путь в Барселоне в 2006 году.

В этом году конгресс проходил под девизом Mobile: The Next Element. Как поясняет главный исполнительный директор GSMA Джон Хоффман, смысл этих слов в том, что сегодня мобильность вошла в число основополагающих основ для жизни миллиардов людей по всему свету. И с этим не поспоришь.

Одной из новаций MWC 2017 стала экспозиция NEXTech, разместившаяся в восьмом павильоне. Там были представлены такие направления, как искусственный интеллект, виртуальная реальность/добавленная реальность, когнитивные вычисления, роботы, дроны. Там же действовала "опытная зона" графена, организованная под эгидой Евросоюза. Этот уникальный материал может применяться в том числе для производства различных сенсоров Интернета вещей или оптоэлектронных устройств, которые могут найти применение в новых поколениях оборудования оптической связи. Напомним, что за "основополагающие эксперименты с графеном" получили в 2010 году Нобелевскую премию по физике Андрей Гейм

Социальный робот Pepper создан по заказу японского оператора связи Softbank

и Константин Новоселов. Оба ученых начинали работу в данном направлении в подмосковном наукограде Черноголовка, но, увы, продолжили заниматься наукой и добились громких успехов не в России.

Упоминание 5G (на худой конец – Pre-5G) в этом году можно было найти практически на любом стенде. И это при том, что стандартизация полного набора телекоммуникационных технологий пятого поколения (так называемая фаза 2) должна быть завершена только в рамках Релиза 16 партнерства 3GPP предположительно весной 2020 года, чтобы

ЗТЕ и Keysight демонстрировали загрузку на смартфон со скоростью почти 1 Гбит/с

первые коммерческие сети 5G смогли начать разворачиваться в том же году, в частности на Олимпиаде в Токио. Первая фаза 5G, охватывающая наиболее срочные для коммерческих нужд вопросы, должна быть стандартизирована в Релизе 15, ратификация которого намечена на сентябрь 2018 года. Впрочем, первые шаги на пути стандартизации 5G, в частности, по спецификации радиointерфейсов New Radio (NR) должны быть сделаны в Релизе 14, выход которого запланирован на июнь нынешнего года. Добавим, что не завершено и решение вопросов по выделению на международном уровне частотного ресурса для новых радиотехнологий – очередная Всемирная конференция по радиосвязи намечена на 2019 год.

Тем не менее, отраслевому сообществу уже сегодня понятно, что 5G меняет не только представление о связи, но и концепцию экономики. Внедрение этих технологий станет одним из краеугольных камней цифровой трансформации, о которой на MWC 2017 не говорил только ленивый. Ведь

5G – это основа для всеобъемлющего внедрения Интернета вещей (IoT) и беспилотных автомобилей, и виртуальной реальности, и дистанционной хирургии и многого другого.

Поэтому производители оборудования, да и крупнейшие операторы связи ждать не хотят и уже ввязались в схватку за доходы пятого поколения. Борются есть за что. Так, выступая на конгрессе в Барселоне, главный исполнительный директор оператора Deutsche Telekom Тимотеус Хеттгес оценил ожидаемые затраты на внедрение сетей 5G в Евросоюзе в сумму от 300 млрд до 500 млрд евро. Поэтому не вызывает сомнений, что в ближайшие годы 5G будет звучать настолько часто, что неминуемо навязнет на зубах не только посетителям профессиональных выставок и конференций.

Базовые станции 5G, поддерживающие проекты радиointерфейсов 5G NR 3GPP, демонстрировала не только "большая пятерка" производителей сотовой инфраструктуры – Ericsson, Huawei, NEC, Nokia и ZTE, – но и ряд других компаний, в частности, Samsung. И выглядят сегодня они уже не как лабораторные макеты. Все упомянутые вендоры заявляют, что тестовые версии оборудования уже используются в опытных сетях 5G в разных концах мира. 2017 год должен войти в историю связи как год первых коммерческих проектов Pre-5G. А корейские операторы поставили себе целью дать болельщикам протестировать нечто близкое к 5G уже на Зимней Олимпиаде – 2018 в Пхенчхане.

О том, что для 5G готово метрологическое обеспечение, можно было убедиться, например, на стенде Keysight Technologies. Готовность измерительной базы дает уверенность в том, что начало широкого внедрения коммерческих сетей пятого поколения в 2020 году вполне реально (при отсутствии задержек в процессе стандартизации технологий). На организованной в рамках MWC пресс-конференции вице-президент Keysight Бенуа Нил назвал три фокусные на конгрессе для специализирующейся

на измерительных решениях компании темы: 5G, Интернет вещей (IoT) и автомобили с сетевым подключением (Connected Car). Впрочем, две последние чрезвычайно тесно связаны с 5G.

На стенде можно было познакомиться с измерительным решением Keysight для сотового Интернета вещей – E7515A UXM NB-IoT. Этот комплект для тестирования стал первым на рынке, с помощью которого можно подтвердить соответствие взаимодействия базовой станции с IoT-устройствами стандарту NB-IoT, на основе которого уже в текущем году будут запущены десятки коммерческих "вещевых" сетей.

Отметим также большое количество озвученных на пресс-конференции сообщений о сотрудничестве компании с производителями оборудования связи в разработке и внедрении технологий 5G. Так, совместная демонстрация работы сети 5G на основе спецификаций Verizon 5G Technology Forum (5GTF) была организована на стенде Samsung. А на стенде ZTE с помощью комплекта E7515A UXM был организован показ передачи сигнала на прототип смартфона со скоростью 1 Гбит/с на основе агрегации трех несущих (3CC) и антенной технологии 4×4 MIMO.

Вендорами уже ведется работа над терминалами для 5G. Например, на стенде Huawei можно было подержать в руках достаточно компактные их прототипы для диапазона С (ниже 6 ГГц) и миллиметровых волн. В качестве абонентского устройства pre-5G позиционирует свой упомянутый выше LTE-смартфон Gigabit Phone компания ZTE. Новинка оснащена первым мобильным процессором Qualcomm для сетей 5G, анонсированным в январе 2017 года, – Snapdragon 835 с интегрированным модемом Snapdragon X16 LTE и использует комбинацию агрегации частот, 4×4 MIMO и модуляции 256-QAM. Благодаря поддержке LTE Cat. 16 (прием) и LTE Cat. 13 (передача) смартфон способен обеспечить скорости до 1 Гбит/с на скачивание и до 150 Мбит/с на передачу данных.

Готовятся не сильно отстать в приближающейся гонке и производители "трубок" второго эшелона. Например, о готовности демонстрировать партнерам технологию 5G заявил на конгрессе главный исполнительный директор компании из китайского Шэньчжэня TCL Communication (известна в России по бренду Alcatel) Томсон Ли.

Уже не первый год отдельные уголки MWC весьма смахивают на выставку автомобилей, как реальных, так и прототипов. В числе экспонентов были BMW, Ford, Mercedes-Benz, Peugeot, SEAT. Впрочем, тема Connected Car интересует не только производителей автомобилей.

Например, компания Bosch привезла концепткар, который демонстрирует, как в будущем в автомобиле могут быть органично объединены различные сферы жизни. Персонализированная коммуникация между машиной и ее водителем будет также усовершенствована. Автомобиль, который был представлен на выставке, включает в себя широкий спектр технологий. Одна из них – камера контроля водителя, которая распознает лица и персонализирует настройки с того момента, как хозяин садится в машину. Например, автомобиль самостоятельно устанавливает руль, зеркала, внутреннюю температуру и радиостанцию в соответствии с личными предпочтениями водителя. Также в концепткар встроена первая в мире система управления жестами и тактильная обратная связь, которая работает с помощью ультразвуковых датчиков и обнаруживает верное расположение рук водителя. Данная функция позволит водителю не отвлекаться и не сводить глаз с дороги, процесс вождения станет намного безопасней. Система Mirror Cam System, которая работает с помощью специальных камер, полностью заменит наружные зеркала. В интерьер автомобиля могут быть встроены видеодатчики, благодаря которым изображения будут отображаться с правой и левой стороны его передней стойки.

В заключение вводной части выставочного репортажа отметим, что традиционно в предшествующее открытию MWC 2017 воскресенье целый ряд компаний организовал анонсы своих новых мобильных гаджетов. Формат статьи не позволяет углубиться в эту тему, отметим только, что Samsung вопреки традиции на этот раз отложила премьеру очередного флагмана – Galaxy S8 – на конец марта. Но один из анонсов все-таки необходимо упомянуть.

Финская компания HMD Global, основанная выходцами из Nokia и получившая от подразделения Technologies (отвечает за использование торговой марки) упомянутой корпорации право использовать легендарный бренд (а также место на стенде в Барселоне), представила современную реинкарнацию телефона Nokia 3310, а также линейку смартфонов. Напомним, бренд не использовался в производстве телефонов с 2014 года.

Со времен появления оригинальной Nokia 3310 в 2000 году, в мире было продано более 126 млн телефонов этой легендарной модели. От своей прародительницы современная 3310 сохранила черты дизайна и возможность поиграть в "Змейку" – одну из популярных игр телефонов

тех времен. Остальные характеристики соответствуют сегодняшнему дню для аппаратов начального уровня: телефон работает под управлением ОС Series 30+, оснащен 2,4-дюймовым QVGA-экраном, слотом для карты памяти и фотокамерой 2 Мп. Производитель обещает 22 ч работы в режиме разговора и месяц – в режиме ожидания.

Компания показала несколько смартфонов: международный вариант Nokia 6 (был до того доступен только в КНР) и более бюджетные Nokia 5 и Nokia 3. Все три аппарата функционируют под управлением Android 7.0.

Стенд с новыми трубками Nokia не мог пожаловаться на отсутствие интереса посетителей. Однако продукция от нового старого вендора вызвала у многих разочарование. За 49 евро, объявленные как среднемировая цена новой Nokia 3310, аппарат, по мнению многих аналитиков, малоинтересен. Что касается смартфонов HMD, то они относятся к бюджетному сегменту, но объявленные средние цены несколько выше, чем у конкурентов. Впрочем, время покажет. Локальные цены и даты старта продаж новой линейки будут оглашены во втором квартале 2017 года.

Из первых уст

Ниже приведены рассказы о новых технологических тенденциях мобильных коммуникаций в интерпретации представителей различных составляющих телекоммуникационной экосистемы – от глобальных вендоров до стартапов – резидентов "Сколково".

NEC Corporation
Михаил Ефимов
заместитель
генерального директора,
директор Московского
филиала АО "НЭК Нева
Коммуникационные
системы" (дочерняя
компания
корпорации NEC)

В этом году одной из ведущих тем в экспозиции NEC является подготовка к внедрению технологий 5G. Как сотруднику российского предприятия компании мне приятно отметить, что представленное здесь уникальное радиорелейное оборудование уже прошло успешные испытания в нашей стране.

Оно призвано обеспечивать не только нынешние запросы операторов мобильной связи, но и потребности сетей 5G. Добавлю, что транспортное оборудование – один из важнейших видов поставляемой NEC на российский рынок телекоммуникационной техники.

Речь идет об инновационном оборудовании РРЛ iPASOLINK EX Advanced полностью внешнего исполнения, предназначенном для работы в перспективном Е-диапазоне частот (71-86 ГГц). Оно обеспечивает скорость передачи 10 Гбит/с на одной полосе (шириной 2000 МГц), что в несколько раз выше по сравнению с аналогичными системами, представленными сегодня на российском рынке, и сопоставимо с пропускной способностью ВОЛС. Для сетей 5G также важны обеспечиваемый низкий уровень задержки при передаче сигнала. При подключении с помощью iPASOLINK EX Advanced удаленных базовых станций (БС) оператор может полностью задействовать потенциал оборудования 3G и 4G, а также создать задел для строительства сетей 5G.

Испытания нового оборудования в России проводились на сети оператора МТС, который применяет различные виды беспроводного

оборудования NEC. Тестирование новой модели iPASOLINK было осуществлено в Северо-Западном регионе РФ на расстоянии между БС от 3 до 8 км в сложных погодных условиях. Два пролета протяженностью по 4,8 км между станциями обеспечили пропускную способность 10 Гбит/с, а один в 8,3 км – 8,5 Гбит/с. Это позволяет оператору повысить пропуск трафика по РРЛ на таких расстояниях от трех до 20 раз. Испытания на сети также подтвердили низкие задержки.

Небольшая масса (3 кг) и широкий функционал радиорелейной системы позволяет снизить затраты на ее установку и подключение. Функция безобрывной адаптивной модуляции с динамически изменяемой полосой пропускания AMBR (Adaptive Modulation and Bandwidth Radio) обеспечивает максимальную пропускную способность канала в условиях тумана и осадков, затрудняющих прохождение радиоволн.

Хочу добавить, что Россия традиционно относится к числу стран, в которые новые разработки NEC поставляются в первую очередь.

В экспозиции компании представлено и непосредственно оборудование 5G. Прототип БС с активной антенной системой из 64 элементов работает в диапазоне частот 4,6 ГГц при ширине полосы 100 МГц. Демонстрируются на нашем стенде и разнообразные решения Интернета вещей на основе 5G.

Традиционно представлен широкий ряд оборудования малых сот различных классов, которое постоянно совершенствуется. Есть малые соты для сетей LTE.

Тема SDN/NFV (программно-определяемых сетей/виртуализации сетевых функций) традиционно одна из ведущих для NEC на MWC. В поставке таких решений компания выступает совместно со своей "дочкой" Netcracker, обладающей высокой компетенцией в области оркестрации. Тут можно выделить два основных

Радиорелейное оборудование iPASOLINK EX
Advanced обеспечивает скорость передачи
10 Гбит/с

направления. Первое – операторское (T(Transport)-SDN). Надеюсь, что уже в ближайшие месяцы мы сможем провести его тестирование в России. Второе – SDN для предприятий.

В преддверии выставки наша компания объявила о выводе на рынок решения "Умная беспроводная транспортная сеть" (Smart WTN), которое способно устранить "узкие места" опорной сети для легкого перехода к 5G и обеспечить высокую емкость канала для динамичной оптимизации сети. Решение Smart WTN объединяет радиорелейную систему с SDN-контроллером ресурсов опорной сети (BRM), который обеспечивает динамичное управление проводными и беспроводными сетями, вместе с выведенной в прошлом году под отдельным брендом – NEC the WISE – технологией искусственного интеллекта (AI).

Smart WTN позволяет вести гибкое перестроение сети, прогнозировать объем трафика и возникновение неисправностей, своевременно

адаптироваться к изменениям окружающей среды и поведению абонентов, а также динамически управлять сетью, повышая ее эффективность и сокращая потребление электроэнергии.

Помочь в повышении эффективности операторского бизнеса призваны интеллектуальные решения TMS (Traffic Management Solution – решение по оптимизации трафика). Они включают четыре направления – увеличение QoE (уровня удовлетворенности абонентов), оптимизация затрат на передачу трафика, услуги с добавленной стоимостью и профессиональные сервисы TMS. В настоящее время платформа TMS тестируется на сетях одного из российских операторов.

Особое внимание в нынешней экспозиции уделено системам обеспечения безопасности с использованием системы распознавания лиц. В настоящее время испытания таких систем проводятся на ряде футбольных стадионов в России. В этом году решение NEC по распознаванию лиц в четвертый раз получило самую высокую оценку по итогам тестирования решений вендоров в области распознавания лиц, организованного Американским национальным институтом стандартов и технологий (NIST).

В заключение хочу сказать, что компания, в которой я работаю, – "НЭК Нева КС" – отмечает в этом году свое 20-летие. Вообще говоря, NEC работает в России с 1973 года, а в 1997 году в Санкт-Петербурге был создан производственный актив в лице нашего предприятия, ориентированный на производство систем коммутации. Сегодня "НЭК Нева КС" трансформировалась в единое коммерческое представительство и системного интегратора корпорации NEC в России. Филиалы нашей компании работают в Армении, Беларуси, Казахстане и Украине. Главная наша задача – обеспечение рынка самыми современными и эффективными технологиями в рамках цифровой трансформации экономики.

Ряд проектов "НЭК Нева КС" осуществляет в партнерстве с российским представительством компании Netcrecker. Например, мы ведем совместно проект Network Resource Inventory (инвентаризации сетевых ресурсов) для одного крупного российского оператора.

Наша компания сфокусирована на продвижении в первую очередь таких решений NEC, как транспортные сети (беспроводные и волоконно-оптические), решения RAN в сфере малых сот, SDN/NFV, платформы TMS, офисные IP-ATC, системы безопасности, серверы и хранилища данных. На протяжении 20 лет "НЭК Нева КС" смотрит в будущее, предлагая отечественному рынку решения от одной из самых инновационных компаний в мире.

Nokia

Лидия Варукина
директор
по технологическому
развитию в Восточной
Европе

В нынешней экспозиции представлено наше комплексное решение для создания сетей пятого поколения – 5G FIRST.

В отсутствие стандартизации 3GPP оно основано на спецификациях, определенных форумом Verizon 5GTF, в работе которого Nokia принимает активное участие. Данное решение станет базисом для пилотного развертывания коммерческих услуг 5G, запланированного оператором Verizon в 11 городах США до конца 2017 года. 5G FIRST – это решение класса E2E, оно включает анонсированное год назад на MWC и усовершенствованное за прошедшее время оборудование AirScale (радиодоступ) и AirFrame (ЦОДы), в том числе

активные антенные системы для поддержки массивного MIMO, облачное пакетное ядро и мобильные транспортные системы.

На стенде можно увидеть реальную активную антенну для диапазона 28 ГГц, которая будет применена в проекте 5G в США, а затем и на сети оператора КТ на Олимпийских играх в Южной Корее в 2018 году.

Представлен в нашей экспозиции и целый ряд новых радиорешений для сетей LTE и LTE-A. Например, Nokia впервые демонстрирует базовую станцию поколения 4,9G, которая обеспечивает пиковую скорость передачи – 3 Гбит/с. Также впервые показано решение 4,5G Pro с агрегацией четырех несущих.

Необходимо отметить, что представленные на стенде системные модули AirScale имеют увеличенную в 10 раз производительность. Растет и мощность выносных радиомодулей (RRU). Если год назад мы показывали двухдиапазонный радиомодуль, то сегодня уже радиомодуль для поддержки трех диапазонов.

Впервые демонстрируется технология виртуализации Cloud Single RAN на основе коммерческих платформ AirScale и AirFrame.

Представлен широкий ряд малых сот семейства Flexi Zone. Например, микро-БС наружного исполнения в одном корпусе содержит оборудование трех частотных диапазонов и в режиме LTE-A может осуществлять агрегацию несущих.

Среди новых продуктов радиодоступа также отмечу точки доступа Wi-Fi, работающие по технологии 802.11ac, также есть возможность интеграции Wi-Fi-модулей в микро- и пикобазовые станции. Такое универсальное устройство позволяет оператору организовать несколько режимов работы: LTE в нелицензируемом диапазоне 5 ГГц (MuLTEfire), LTE в лицензируемом и нелицензируемом диапазонах (LAA) и агрегацию LTE в лицензируемом диапазоне с Wi-Fi (LWA).

Представленная на стенде аппаратная платформа облачной инфраструктуры для операторов связи AirFrame теперь построена по спецификации OCP (Open Compute Project). Nokia присоединилась в прошлом году к альянсу, продвигающему OCP, так как для крупных центров обработки данных становятся очень важными вопросы оптимизации пространства, энергопотребления и обслуживания.

Отдельный раздел посвящен транспорту для мобильных сетей, оптимизированному для строительства сетей 5G. Под названием Anyhaul у нас собран полный портфель транспортных решений

Телефоны и смартфоны Nokia от HMD вызвали повышенный интерес

разных технологий. Например, если традиционно для организации фронтхола используются выделенные оптические линии для каждой радиоголовки, то здесь мы показываем, как оптимизировать эти каналы, подключить по одному волокну несколько RRH. Представлены также высокоскоростные радиорелейные решения под новым брендом Nokia Wavence.

Много новых решений представлено в сфере облачной инфраструктуры SDN/NFV. Для ядра мобильной сети виртуализированы практически все элементы, эта работа завершится полностью уже до конца года. На стенде демонстрируются, например, сервисы, которые "накручиваются" на виртуализированную IMS (vIMS). Так, сервис WEB-RTC – это возможность осуществления голосовых вызовов прямо из браузера. Скажем, сотрудник работает на дому, получает корпоративный звонок и общается через браузер. При необходимости выйти из дома эту голосовую сессию он может легко передать на телефон и продолжать общение дальше. Смысл сервиса – непрерывность соединения между браузером и телефоном. Это приложение проще реализовывать в виртуализированной структуре. Раньше для каждого такого сервиса требовался отдельный сервер, но теперь все легко разворачивается в облаке.

Обращу также внимание на программные решения для поддержки бизнеса операторов связи. Так, здесь представлены решения CEM и SON. CEM позволяет проанализировать степень удовлетворенности абонентов в зависимости от того, какого качества услуги они получают,

а SON – автоматически оптимизировать сеть на основе различных критериев. Обычно SON работает на основе критериев оптимизации сетевых KPI. Кстати, недавно Nokia внедрила программно-аппаратный комплекс SON у одного из российских операторов. Всего за несколько месяцев после запуска системы оператор отметил значительное улучшение показателей качества связи в масштабах всей сети. Количество голосовых обрывов в сети 3G сократилось в среднем на 25%, а доступность сигнала улучшилась более чем на 30%.

В результате интеграции CEM и SON мы получаем решение, которое оптимизирует сеть в зависимости от степени удовлетворенности конкретной группы абонентов. Конечно, чаще всего особый интерес представляет высокодоходная группа. Бывают ситуации, когда показатели в среднем по сети нормальные, а абоненты недовольны. Решение позволяет оптимизировать какие-то сегменты сети, где эти абоненты чаще всего появляются. Все это базируется на богатых наработках Nokia в области аналитики.

Commscope

**Филип Соррелс
(Philip Sorrells)
вице-президент,
стратегический
маркетинг**

Наша компания, отметившая недавно свое 40-летие, свою нынешнюю экспозицию на MWC построила под знаком подготовки к 5G. Эту подготовку можно разделить на три основные категории: виртуализация, оптимизация и повышение плотности (Densification).

Если говорить о виртуализации, то мы помогаем мобильным операторам переходить на нее путем предоставления решений по практической реализации передовых моделей сетей радиодоступа, обозначаемых сокращенно как C-RAN (как централизованных – Centralized RAN, так и облачных – Cloud RAN). Для нас это означает в первую очередь обеспечение удобных волоконно-оптических подключений как для бэкхола, так и фронтхола. В этой сфере у нас имеется очень широкий набор продуктов. Также хочу обратить внимание на наш продукт для виртуализации сот – уникальную мультиоператорскую малую соту OneCell.

Второе – то, что мы называем оптимизацией. К сегодняшнему дню мобильные операторы вложили значительные средства в свои существующие сети 3G и LTE и хотели бы увеличить полезную экономическую составляющую инвестиций в эти сети. Мы предлагаем комплексные технологии, позволяющие мобильным операторам наращивать пропускную способность существующих сетей. Тут у нас обширный набор решений, таких как разделение сектора (Sector Splitting), адаптивное формирование диаграммы направленности (beamforming), MIMO, фильтры подавления помех, собственная технология малых сот, наша технология DAS (распределенных антенных систем). Все эти технологии обеспечивают наращивание и оптимизацию уже имеющихся у операторов мощностей.

И, наконец, третья категория – повышение плотности. По большому счету, 5G – это добавление дополнительных диапазонов частот и сотовых сайтов. Именно это составляет суть того, как работает мобильная связь: плотнее установлены базовые станции – больше пропускная способность сети. Поэтому мы работаем над различными стратегиями, помогающими операторам решать эту задачу. В сущности, для нас это

Решения C-RAN от Commscope позволяют операторам легко переходить к сетям нового поколения

означает содействовать им в решении трех фундаментальных проблем.

Первая – нахождение места для размещения оборудования. Если у вас десятки тысяч малых сот, вам нужно найти точки, где их все установить. Для этого требуется подходящая архитектура, решения, упрощающие монтаж.

Вторая проблема – обеспечение бэкхола. Мы много внимания уделяем разработке стратегии бэкхола. На первом месте тут оптическое волокно. Но мы работаем и в области антенных СВЧ-технологии – как традиционных, так и E-диапазона (70/80 ГГц).

Мы помогаем операторам также решить проблему электропитания для тысяч малых сот. В зависимости от местоположения это может быть как легко, так и очень сложно. Мы предлагаем ряд новых технологий. Выделю такую, как питание по оптическому волокну (Power over Fiber). Например, если у вас есть IP-камера, которую вы хотите использовать для видеонаблюдения на вышке сотовой связи, мы можем обеспечить ее запитывание по волоконно-оптической линии. Вы также можете использовать эту линию для обеспечения передачи вашего видеосигнала.

Я уверен, что все эти технологии, которые мы разрабатываем и внедряем сегодня, войдут в арсенал операторов, когда сети 5G станут технически и коммерчески доступными.

В нашей экспозиции большое внимание уделено технологии MIMO. Когда речь заходит о 5G,

даже в диапазоне частот ниже 6 ГГц, становится актуальной тема Massive MIMO. Сегодня мы уже являемся лидером в отрасли, поставляя антенные технологии 2x2 MIMO. Кроме того, у нас огромный портфель антенн, которые могут использоваться для технологии 2x4 MIMO.

Мы создали фазированные антенные решетки 128x128 элементов, которые можно сфазировать в многоэлементную решетку MIMO. Антенные технологии – это одно из направлений, которое Commscope разрабатывает как базовое. Мы строим работу так, чтобы, когда придет время практической реализации, практического развертывания, у нас уже была готовая технология для рынка. Вероятно, уже в 2018–2019 годах она превратится из научной разработки в коммерческую реальность.

На стенде Commscope корреспонденту Первой Мили удалось поговорить также с представителем официального партнера этой компании, который рассказал о знаковом проекте, выполненном в рамках подготовки к проведению чемпионата мира по футболу 2018 года (ЧМ-2018).

ГК VPC

Андрей Рыков
руководитель проектов

Группа компаний VPC успешно работает на рынке телекоммуникаций с 1998 года и имеет статус дистрибьютора оборудования Commscope в Беларуси, Российской Федерации и на Украине. Наши офисы работают в Москве, Киеве и Гомеле. Пожалуй, самым интересным проектом, который мы выполнили в прошлом году, стало обеспечение надежного покрытия мобильной связью одной из главных площадок ЧМ-2018 – стадиона "Санкт-Петербург Арена" на Крестовском острове в Санкт-Петербурге.

Во время чемпионата здесь соберутся десятки тысяч зрителей. С точки зрения организации связи – это весьма масштабный проект, способный показать возможности современного спортивного сооружения мирового уровня. Технологическую телекоммуникационную основу арены обеспечивает сеть на основе 250 км оптических кабелей, единый центр обработки данных мощностью более 50 Тбайт, сеть Wi-Fi с 436 точками

доступа, подсистема управления медиа-экранами, система контроля доступа и т.д. Не менее важной задачей является обеспечение бесперебойного функционирования мобильной связи даже в период пиковых нагрузок, когда тысячи зрителей, желая поделиться своими эмоциями, активно используют гаджеты для обмена сообщениями в Viber, Skype, Facebook и т. п.

Как известно, лицензиями на сотовую связь в Санкт-Петербурге обладает вся большая четверка российских мобильных операторов. Разместить на стадионе операторское оборудование, достаточное для выполнения всех требований по емкости и покрытию, не представлялось возможным из-за ограничений по весо-габаритам и потребляемой мощности. Чтобы найти выход, операторы связи объединились, создали единое техническое задание на поиск решения и организовали конкурс среди поставщиков. Его выиграла компания VPC, которая предложила под ключ уникальное решение DAS – активной распределенной антенной системы (A-PAC) на базе платформы ION-U компании CommScore.

Это решение позволяет на базе единой инфраструктуры одновременно всем четырем операторам независимо друг от друга работать в стандартах DCS(GSM) 1800, LTE 1800 MIMO, UMTS 2100 и LTE 2600 MIMO с возможностью расширения для поддержки стандартов UMTS 900 или GSM 900.

Основная аппаратная, в которой располагается все оборудование мобильных операторов и центральный модуль системы связи A-PAC, находится за пределами самого стадиона на парковке, что не только упрощает доступ к системе и ее обслуживанию, но также решает вопросы с размещением оборудования и обеспечения требуемой мощности. Часть оборудования находится за пределами аппаратной – на открытом воздухе, что за счет экономии на охлаждении

позволяет сократить потребляемую мощность до 300 кВт.

Что касается собственно системы A-PAC, то она обеспечивает связь как в самой чаше, так и в подтрибунных помещениях, включая зоны VIP, FIFA, прессы, раздевалки команд и т.д. Система поддерживает режим MIMO на всей территории стадиона, что обеспечивает столь важную дополнительную емкость. Система обеспечения связи ION-U работает следующим образом: РЧ-сигналы всех базовых станций четырех операторов в техническом помещении на парковке объединяются в центральном модуле A-PAC, преобразуются в оптические и по подземным коммуникациям передаются на арену. На ней устанавливаются радиомодули малого размера и низкого энергопотребления, которые преобразовывают оптические сигналы обратно в РЧ. Таким образом, мы полностью вписываемся в ограничения по размещению и по выделяемому энергоснабжению.

Для подтрибунных помещений применены специальные антенны, которые поддерживают MIMO: две антенны в одном корпусе с двумя выходами. На самой чаше мы используем специальные стадионные антенны, которые разрабатывались компанией CommScore именно для таких объектов. У компании большая линейка таких антенн разных типов с различной шириной диаграммы направленности, с разными параметрами. Смоделировав стадион в специализированной программе в 3D, мы смогли подобрать оптимальные комбинации антенн, чтобы обеспечить максимальную емкость системы с наилучшими зонами покрытия и наименьшим наложением секторов друг на друга. В некоторых случаях для формирования требуемой зоны покрытия для одного сектора использованы по три антенны разного типа.

Примененное в проекте оборудование имеет минимальные габариты и наименьшее

энергопотребление на рынке. При этом система неприхотлива, она поддерживает рабочий режим и при температуре ниже -30°C , что важно для климата Санкт-Петербурга. Поэтому мы не ожидаем проблем с точки зрения погодных аномалий.

Отмечу еще одну отличительную черту ION-U от других систем: она позволяет измерять входные мощности БС для всех операторов. И если кто-то из них по какой-то причине увеличивает или уменьшает мощность, то система это "видит" и автоматически ее балансирует, чтобы все оборудование работало в оптимальном режиме. Таким образом, если оператору в будущем потребуется изменить емкость путем добавления или уменьшения количества каналов, то он может это делать удаленно, поскольку А-РАС автоматически подстроит свою работу согласно новым параметрам. Таким образом, любые изменения в настройках работы одного из операторов не будут влиять на работу других и системы в целом.

Другой отличительной особенностью является возможность автоматического измерения КСВ и пассивной интермодуляции (PIM) в пассивной части, что позволяет постоянно контролировать состояние АФУ (кабелей, антенн и т.д.).

Добавлю, что уже сейчас мы получаем запросы от операторов на расширение системы для обеспечения емкости на прилегающей к главному сооружению "Санкт-Петербург Арены" территории, так как вне зоны действия системы А-РАС одновременно обслужить такое большое количество абонентов с помощью макросети просто невозможно. Поэтому мы работаем над предложением по расширению системы: подготовили техническое решение и в настоящее время согласовываем его с архитектурным отделом стадиона, после чего вопрос будем обсуждать с операторами связи.

**Инфинет /
InfiNet Wireless**
Дмитрий Окорок
генеральный директор

Наша компания участвует в работе MWC уже в третий раз, представляя свои лучшие решения фиксированного беспроводного доступа для операторов связи и других заказчиков. За прошедший год мы подготовили целый ряд новых решений. Среди них сектор базовой станции системы

"точка-многоточка" InfiMAN 2x2 с технологией формирования луча (Beamforming) R5000-Qmxb. Также в число новинок входят системы "точка-точка" InfiLINK XG для частотных диапазонов 2, 3 и 4 ГГц и InfiLINK XG 1000. Пропускная способность последней при использовании двух частотных каналов по 40 МГц в безлицензионном диапазоне 5 ГГц достигает 1 Гбит/с.

Сектор R5000-Qmxb, оснащенный активной антенной с технологией формирования луча, осуществляет динамическую перестройку диаграммы направленности антенны в зависимости от расположения абонентского устройства, с которым происходит обмен данными в настоящий момент. Такой подход позволяет повысить энергетику радиоканала и, как результат, увеличить производительность сектора базовой станции, а также уменьшить влияние внешних источников помех.

R5000-Qmxb – это первая разработка "Инфинет" с применением антенн такого типа, уже запущенная в серийное производство. Однако в обозримом будущем мы планируем к выпуску еще целый ряд принципиально новых моделей устройств, использующих и развивающих подобный подход, так как к сегодняшнему дню практически все относительно простые средства улучшения характеристик беспроводных систем (производительности, спектральной эффективности, дальности, помехоустойчивости и т.д.) исчерпаны и нами, и нашими конкурентами.

Мы видим, что наши конкуренты зачастую вносят в свои решения изменения лишь ради того, чтобы просто о них объявить, – они не несут практически никаких улучшений для заказчика, являясь, по сути, маркетинговым приемом. Особенно отчетливо эта тенденция наблюдается в сегменте Low-Cost.

Мы избрали для себя принципиально иной подход – опираемся на математическое моделирование будущих беспроводных систем и прикладные научные разработки, на начальных этапах не привязываясь к какому-либо "железу". Конечно, при этом мы основываемся на богатом российском научном потенциале в этой области.

Вышеупомянутый сектор базовой станции с технологией формирования луча явился одним из первых плодов этого подхода. Мы проанализировали целый ряд возможных конфигураций системы и установили, что сужение диаграммы направленности позволит, помимо прочего, снизить уровень помех как между секторами одной базовой станции, так и между соседними "базами".

Благодаря снижению уровня помех, а также повышению энергетического потенциала радиоканала не менее чем на 5 дБ, прирост производительности составит, в среднем, от 40 до 70%, а в ряде случаев можно говорить даже об удвоении пропускной способности системы!

При этом подчеркну, что новый сектор полностью совместим с абонентскими устройствами InfiMAN 2x2, установленными ранее на сетях наших заказчиков. А если принять во внимание, что в середине 2016 года мы представили обновленную линейку абонентских станций с улучшенными характеристиками радиоподсистемы и интегрированных антенн, то при полной замене оборудования производительность системы может возрасти в разы.

Отмечу, что мы продолжаем совершенствовать программные продукты для мониторинга и планирования беспроводных сетей. В прошлом месяце мы объявили о выпуске новой версии системы InfiMONITOR, предназначенной для контроля состояния беспроводных сетей, построенных на оборудовании "Инфинет". В этой версии реализовано, в частности, новое представление карты сети с географической привязкой. Сетевые узлы, у которых определены координаты, будут отображены на карте в местах фактического размещения. Также, в новой версии системы мониторинга, изменено представление сетевых узлов на карте сети.

В первом полугодии 2017 года мы запланировали существенное обновление InfiPLANNER – онлайн-сервиса для оценки производительности и планирования беспроводных сетей. Теперь он позволит планировать сети, работающие не только в топологии "точка-точка", но и "точка-многоточка". За год, прошедший с момента запуска этого сервиса, он приобрел очень большую популярность среди наших заказчиков. Поэтому мы рассчитываем, что данное обновление будет также принято ими на ура.

В заключение я хотел бы сказать о том, что принципиально отличает нас от вендоров, работающих в сегменте Low-Cost. Сегодня мы обеспечиваем заказчиков не только оборудованием, но предоставляем им целую экосистему. В нее входит и планирование, и мониторинг, и техническая поддержка на нескольких языках, и большой объем знаний и опыта, которые мы передаем в рамках так называемой "Инфинет-Академии", как очно, во время обучающих курсов и вебинаров, так и заочно, посредством видеороликов на нашем youtube-канале и в виде заметок в нашей базе знаний.

Iskratel Group

Виктор Грибан
директор по развитию
бизнеса

В своей экспозиции Iskratel, которая в этом году отметит 70-летний юбилей, следуя мировому тренду, делает основной упор на облачные решения.

У нас они базируются на собственной платформе операторского класса CSP (Cloud-Services Platform – платформа облачных услуг). Iskratel CSP полностью соответствует стандартной ETSI NFV архитектуре. Важно подчеркнуть, что наша платформа обеспечивает плавную и постепенную миграцию операторских архитектур в облачные решения, гарантируя минимальную TCO – стоимость владения. Также мы представляем тут ряд отдельных виртуализированных решений – IP Multimedia Subsystem (vIMS), медиа-сервер, сервер приложений, граничный контроллер сессий, сервер сетевого менеджмента.

Для российских читателей особо отмечу, что в конце февраля этого года мы объявили о пилотном проекте vIMS, который осуществила наша российская компания "ИскраУралТЕЛ" для одного из российских операторов связи первого уровня. Этот оператор успешно внедрил vIMS от Iskratel как часть трансформации ядра своей сети в направлении виртуализации. Важно отметить, что наша компания сегодня единственная на рынке, которая на базе архитектуры ETSI NFV обеспечивает как высокую доступность, так и георезервирование. Упомянутая установка vIMS осуществлена в нескольких географически разнесенных локациях. Хочу подчеркнуть, что внедренное в России решение позволяет обеспечивать современными услугами не только SIP-абонентов, но и тех клиентов, которые подключены на базе предшествующих технологий: аналоговых, TDM и NGN. Решение обеспечивает оператору предоставление облачных услуг и инфраструктуры, давая возможность получения дополнительных доходов.

На выставке мы демонстрируем, как vIMS может использоваться не только операторами связи, но и в таких сферах как транспорт, общественная безопасность, энергетика и ряд других для создания новых услуг Интернета вещей.

Благодаря облачной платформе все наши решения – то, что до сих пор называлось телефонной станцией – переходят в облака, то есть все это сегодня возможно запускать на стандартном серверном оборудовании. При этом мы не торопим с этим операторов связи. В конце 2016 года мы выпустили 16-ю версию телекоммуникационной платформы SI3000 CS, которую можно назвать переходной. В зависимости от пожелания заказчика она может работать на обычных серверах (как принадлежащих оператору, так и даже виртуальных машинах, которые находятся где-то далеко), но может и на традиционном надежном телекомовском "железе", к которому привыкли традиционные операторы. Такой подход распространяется практически на все продукты Iskratel. Сегодня мы видим спрос на оба варианта. Я думаю, что такая ситуация будет существовать еще 5–10 лет, поскольку есть операторы, которые пока больше доверяют старой технологии.

Не меньшее внимание Iskratel уделяет инновационным облачным сервисам, которые позволяют операторам зарабатывать дополнительные деньги. У нас накоплен большой опыт внедрения в разных странах UC – унифицированных коммуникаций.

Iskratel – традиционный участник MWC

Такие услуги сегодня очень востребованы бизнес-клиентами, но могут предоставляться операторами также и физическим лицам.

Так, большой интерес у операторов вызывает представленная на стенде услуга Virtual PBX, позволяющая создать полноценную офисную АТС, используя облачную платформу. Еще одним сервисом, заслуживающим внимания, является конвергентная услуга "Универсальный номер". Она может работать в рамках мобильных и фиксированных сетей связи и двух сетей одновременно. Благодаря этой услуге мы можем обеспечить одновременный вызов и на фиксированный номер человека, который подключен к обычной телефонной станции, установленной, например, лет 20 назад, и на его мобильный, и на соффон. То есть, зная один универсальный номер, вы сможете найти человека и на дому, и на работе, и в дороге. Наверное, не надо объяснять, насколько это важно для бизнес-клиентов: теперь не надо перезванивать, выяснять, на месте ли тот или иной сотрудник, а если нет, то искать его мобильный номер.

Рассматриваемая услуга внедрена, например, оператором Telekom Slovenije. В странах постсоветского пространства этот сервис тоже востребован и внедрен нами, в частности, в Казахстане у операторов Beeline, KazTransCom, "Транстелеком", в Армении (Beeline), на Украине ("Киевстар").

RADWIN

**Раймонд Форато
(Raymond Forado)
генеральный
менеджер по региону
Европа, Россия / СНГ,
Северо-Западная
Африка**

RADWIN – компания с достаточно узкой специализацией. Мы занимаемся широкополосными беспроводными решениями операторского класса типа "точка-точка", "точка-многоточка", а также мобильными решениями для транспорта, которые работают в диапазоне частот до 6,4 ГГц. Благодаря специализации мы достигли высот в избранных сферах.

Главная тема нашей экспозиции на MWC 2017 – помощь операторам связи

в развертывании будущих сетей 5G. Для этих сетей, впрочем, как и для работающих сегодня LTE и LTE-A, будет необходимо обеспечивать высокоскоростные бэкхол и фронтхол малых сот. И далеко не всегда для этих целей возможно или экономически оправдано проложить волоконно-оптическую линию. Тут на выручку приходит наше оборудование класса "точка-многоточка" (PtMP) RADWIN JET. В базовых станциях этого оборудования используются антенны Bi-Beam – первые на рынке устройства с двуправленным адаптивным формированием диаграммы направленности (антенны с электронной диаграммой направленности), которые гарантируют самый высокий в отрасли уровень помехоустойчивости. Линейка JET – это оборудование операторского класса, рассчитанное на работу в самых сложных условиях, включая серьезные помехи и плохую погоду. Благодаря тому, что излучение точно фокусируется на оптимальную точку отражения, а используемый протокол OFDM "заточен" под тяжелые эксплуатационные условия с точки зрения множественных отражений и задержек в радиоканале, оборудование отлично подходит для обслуживания малых сот в условиях плотной городской застройки, то есть работы при полном отсутствии прямой видимости. Радиопrotocol, разработанный производителем, базируется на TDM-стандарте, что позволяет обеспечивать гарантированную пропускную способность каждому подключенному клиенту.

Мы не случайно разместили на самом видном месте стенда фразу: "Вы не поверите, но это беспроводная техника". Действительно, наше оборудование обладает лучшими в отрасли среди систем PtMP пропускной способностью и дальностью связи. Система связи JET DUO, которая работает одновременно в двух диапазонах частот (3,× и 5,× ГГц), обеспечивает скорость передачи до 6 Гбит/с на сектор! Согласитесь, это уже полное приближение к характеристикам волоконной оптики.

Оборудование JET оптимально также для строительства сетей беспроводного ШПД, так как оно обеспечивает абонентам даже такие услуги, как HD-видео и онлайн-игры. Для обслуживания в сегменте B2C мы производим систему JET Air (скорость передачи 250 Мбит/с на сектор), а для корпоративных пользователей рекомендуем JET Pro (750 Мбит/с на сектор, 3 Гбит/с на четырехсекторную базовую станцию). Последнее семейство позволяет операторам обеспечивать гарантированные SLA-подключения.

**Установка дополнительной антенны
Turbo-Gain на абонентскую станцию RADWIN JET**

Оборудование RADWIN JET сегодня вызывает большой интерес у операторов. Например, в результате проекта, завершеного нами в январе 2017 года, ирландский оператор NET 1 смог благодаря наличию функциональности Vi-Beam обеспечить в диапазоне 5 ГГц, отличающемся высокой зашумленностью, своим клиентам в сельской местности скорость доступа по 50 Мбит/с. Она значительно превышает требование новой директивы ЕС по супербыстрому ШПД, и это по беспроводному каналу. Еще один пример внедрения JET для целей ШПД, объявленный нами во второй день работы MWC 2017, – проект для оператора Wheatland Broadband из штата Канзас (США). Благодаря его осуществлению значительно улучшены параметры ШПД для абонентов оператора в ряде районов штатов Канзас и Колорадо с невысокой плотностью населения, где невыгодно строить ВОЛС.

Отмечу, что большой интерес посетителей нашего стенда вызывает также новое решение для улучшения условий приема и передачи абонентских станций JET. Оно получило название антенна Turbo-Gain (на фото). Для ее установки

не нужен ни специалист-монтажник, ни какие-либо инструменты. Любой конечный пользователь легко установит это дополнительное устройство на свой беспроводной терминал.

Наши решения не ограничиваются только техникой PtMP. Сегодня одним из ключевых направлений нашей компании является линейка "точка-точка" семейства RADWIN 2000.

Также стратегическим направлением для нас являются решения ШПД для наземного и водного транспорта RADWIN FiberinMotion, которые используются множеством операторов по всему миру. Актуальные его примеры в России – беспроводная высокоскоростная инфраструктура в Московском метрополитене и целый ряд других проектов, с которыми можно ознакомиться на нашем сайте. В области высокоскоростного мобильного оборудования для транспортников наша компания занимает лидирующие позиции в мире. В отличие от попыток других вендоров предоставить подобное решение на базе технологии Wi-Fi-Mesh, система FiberinMotion является единственным решением для транспорта, которое проверено заказчиками и успешно эксплуатируется.

Фонд "Сколково"

Максим Жаренов
директор
по акселерации
проектов в области
телекоммуникаций
кластера Космических
технологий
и телекоммуникаций

Наш инновационный фонд ежегодно помогает российским стартапам "засветиться" на одной-двух международных выставках. Касается это и телекоммуникационного направления: ежегодно мы организуем коллективный стенд на весенней выставке "Связь" в московском "Экспоцентре" и уже во второй раз предоставили возможность продемонстрировать свои разработки в рамках выставки такого важнейшего, причем не только для отрасли связи, события, как Mobile World Congress.

В нынешней выставке участвуют 20 инновационных компаний – резидентов "Сколково" из двух кластеров: Космических технологий и телекоммуникаций и Информационных технологий. Представленные в экспозиции телекоммуникационные проекты

касаются трех областей: инфраструктура, SDN (программно-конфигурируемые сети) и оптимизация трафика, решения для организации сервисных платформ. Кроме того, мы привезли сюда проекты из сфер, которые только начинают интересовать операторов связи. Они касаются навигации внутри помещений, оценки качества воздуха в городах и проч.

Все представленные проекты я считаю весьма перспективными. Хотелось бы рассказать о каждом, но ограниченность журнальной площади заставляет представить лишь несколько из них.

Компания Radio Gigabit разрабатывает радиорелейные системы связи для нелицензируемого в России Е-диапазона, применяющие уникальные линзовые антенны и реализующие технологию сканирующего луча. Системы позволяют обеспечивать скорость передачи 1 Гбит/с и выше. Это решение позволит ускоренно и экономично строить мобильные сети не только 4G, но и 5G.

Компания "МаксТелКом" разработала уникальное портативное оборудование для сварки оптического волокна. Примерно три года назад инициаторы пришли к нам. Фонд предоставил небольшое финансирование, а сегодня проект завершает запуск серийного производства на одном из заводов корпорации "Ростех", экосистемного партнера "Сколково". Это не просто решение задачи импортозамещения высокотехнологичной продукции, которая ввозится в основном из Японии и КНР. Нашим резидентам удалось разработать самый компактный аппарат в классе устройств со сведением волокна по сердцевине.

Разработка, несмотря на малые габариты и вес порядка 800 г, обеспечивает качество сварки, достаточное для монтажа кабелей даже для магистральных линий связи, то есть может конкурировать с крупногабаритными аналогами. Аппарат пригоден для массового внедрения, так как не требует квалифицированного персонала. Еще отмечу, что в устройстве применена технология сменных картриджей с электродами, на замену которых требуется до 30 с.

Компания Astera демонстрирует на MWC приложение для диагностирования состояния телекоммуникаций и Интернета вещей с высокой точностью прогнозирования на основе анализа "Больших данных". Несколько проектов, например, CDNvideo предлагают свои решения проблемы качественной и экономичной доставки интернет-видео.

Интерес к стенду "Сколково" большой. В частности, состоялись контакты наших стартапов с представителями структур по акселерации таких известных операторов связи, как Deutsche Telekom, Telefónica, Singtel и др.

Замглавы Минкомсвязи РФ Рашид Исмаилов
надолго задержался на стенде "Сколково"