

# electronica 2018: отправляемся в будущее

## Часть 2

В. Ежов, Н. Елисеев, Ю. Ковалевский, В. Мейлицев



Развитие перспективных направлений электроники требует создания новых решений и технологий для контроля и измерений. Этой тематике уделяется основное внимание во второй части нашего обзора выставки electronica, прошедшей в Мюнхене с 13 по 16 ноября 2018 года, а также проводимой совместно с ней выставки SEMICON Europa. Помимо измерения сложных сигналов с очень высокими частотами, что во многом продиктовано прогрессом в области автономного транспорта, высокоскоростных протоколов передачи данных и телекоммуникаций 5G, а также определения параметров питания, в частности для обеспечения долговременной работы устройств Интернета вещей от аккумулятора, компаниями-разработчиками контрольно-измерительного оборудования уделяется большое внимание удобству применения аппаратуры и комплексному решению задач. Даже такие устройства, как портативные мультиметры общего назначения, приобретают функции передачи данных на смартфоны, а программные средства измерительных систем позволяют получать не просто характеристики устройств, но и информацию, помогающую оптимизировать проекты.

Также в этой части обзора речь пойдет об оборудовании для измерений и тестирования, которое применяется в условиях производства, в том числе для электрического контроля и для определения параметров поверхностей, и о ВЧ- и СВЧ-устройствах для оборудования спутниковых систем связи, телекоммуникационной инфраструктуры и других областей применения.

## Компания Rohde & Schwarz

директор регионального отделения «Юг»

**Ульрих Экенбергер (Ulrich Eckenberger)**

Наша компания, занимая лидирующие позиции в области контрольно-измерительного оборудования, внимательно следит за текущими тенденциями в отрасли производства электроники и предлагает рынку новейшие решения, помогающие в исследованиях, разработках и производстве качественной продукции в том числе в областях, в которых технологии развиваются особенно быстро.

Одна из таких областей – автомобильные радары, которые уже достаточно широко используются в современных системах помощи водителю и которые, по всей видимости, станут одним из ключевых элементов автономного транспорта в будущем.

На нашем стенде на выставке electronica 2018 мы, в частности, демонстрируем установку для исследования сигналов автомобильных радаров на основе обновленного анализатора спектра и сигналов R&S FSW85 и широкополосного генератора сигналов R&S SMW200A. Как вы можете видеть, у анализатора R&S FSW85 несколько изменился внешний вид: черная рамка вокруг дисплея – новое лицо приборов Rohde & Schwarz. Но, безусловно, этим изменения не ограничиваются. У анализатора улучшены характеристики, а его использование стало еще проще благодаря новой концепции интерфейса пользователя. В приборе имеется устройство записи команд SCPI для упрощения программирования тестовых последовательностей с удаленным управлением.

Анализатор R&S FSW85 отличается очень широким диапазоном частот – от 2 Гц до 85 ГГц, а при использовании опции R&S FSW-B90G диапазон расширяется до 90 ГГц. Ширина анализируемой полосы составляет 2 ГГц, а анализ полосы шириной 800 МГц может выполняться в реальном времени. Возможности анализатора

R&S FSW85 позволяют с успехом использовать его при разработке систем автомобильных радаров для анализа их характеристик как на стороне передатчика, так и на стороне приемника, что мы и демонстрируем на этой установке.

В установке выполняется анализ сигналов с линейной частотной модуляцией, которые формируются генератором R&S SMW200A. Частота сигнала на выходе генератора составляет 12 ГГц. Этот сигнал поступает на умножитель частоты, который преобразует его в сигнал с центральной частотой 78 ГГц. Анализ этого сигнала возможен с помощью прибора R&S FSW85 без каких-либо дополнительных внешних устройств. На дисплее R&S FSW85 можно видеть несколько окон, которые одновременно показывают различные характеристики: спектр сигнала, изменение частоты при ЧМ во временной области, отклонение частоты при скачкообразном изменении, скорость нарастания частоты сигнала и др. При необходимости можно измерить параметры каждого отдельного импульса.

Один из совершенно новых приборов Rohde & Schwarz – осциллограф класса high-end R&S RTP, основанный на



Ульрих Экенбергер



Установка исследования сигналов автомобильных радаров на основе анализатора спектра и сигналов R&S FSW85 и генератора сигналов R&S SMW200A



Анализатор спектра и сигналов R&S FSW85 в составе установки



Измерение параметров сигналов модуля DDR с помощью осциллографа R&S RTP

Установка анализа сигналов 5G NR. Слева направо: анализатор спектра и сигналов R&S FSW26, векторные генераторы сигналов R&S SMBV100B, производственный испытательный комплект для устройств связи R&S CMW100

нашей проприетарной специализированной ИС. На этой выставке мы демонстрируем его в первые.

Возможности данного прибора мы показываем на примере анализа сигналов памяти DDR. Измерения характеристик устройств с применением DDR SDRAM новых поколений – DDR3 и DDR4 – требуют очень широкой полосы пропускания осциллографов. Ранее в нашей линейке самой большой полосой обладал осциллограф R&S RTO2064, эта характеристика у него составляла 6 ГГц. Новые осциллографы серии R&S RTP имеют полосу пропускания до 8 ГГц, и в ближайшем будущем мы планируем выпустить решения с еще более широкой полосой. Максимальная частота дискретизации у приборов этой серии, как и у серии R&S RTO, составляет 20 Гвыб./с, максимальный объем памяти – 2 Гвыб. Однако я хотел бы подчеркнуть, что данный осциллограф – не обновленная предыдущая модель. Это абсолютно новая разработка. Помимо прочего, в серии R&S RTP реализовано исключение потерь в каналах между источником сигнала и входом осциллографа (деэмбеддинг) в реальном времени.

В представленной установке выполняется измерение непосредственно на модулях DDR3 параметров таких сигналов, как DQR и тактовый сигнал. В частности, выполняется анализ глазковых диаграмм, что позволяет проанализировать целостность сигналов модулей DDR.

Благодаря новому осциллографу R&S RTP мы также можем предложить рынку хорошее решение для исследования сигналов таких высокоскоростных последовательных шин данных, как, например, PCIe Gen 2.0.

Еще одна установка, на которую я хотел бы обратить внимание, демонстрирует формирование и анализ сигналов, а также тестирование устройств стандарта 5G NR в соответствии со спецификацией 3GPP версии 15.2.0. В ней применяется анализатор спектра и сигналов R&S FSW26, а также наши новые приборы – векторные генераторы сигналов R&S SMBV100B

и производственный испытательный комплект для устройств связи R&S CMW100.

Новые генераторы сигналов среднего класса – аналоговый R&S SMB100B и векторный R&S SMBV100B – обладают очень низким однополосным фазовым шумом. Его измеренное значение составляет менее –134 дБн при 1 ГГц и отстройке 20 кГц. Выходная мощность приборов – самая высокая в своем классе: 34 дБм при 1 ГГц. Оба генератора очень компактные и обладают интуитивным интерфейсом на основе сенсорного дисплея. Максимальная частота генерируемых сигналов достигает 6 ГГц.

Испытательный комплект R&S CMW100 предназначен для калибровки и тестирования мобильных телефонов и других потребительских устройств. Он обеспечивает параллельные измерения на восьми PC-портах и поддерживает различные беспроводные технологии в диапазоне до 6 ГГц, такие как LTE, WLAN, Bluetooth и NB-IoT.

Кроме того, R&S CMW100 позволяет работать с сигналами 5G до 6 ГГц, что мы и демонстрируем на нашем стенде.

В перечисленных установках применяются новые и обновленные приборы Rohde & Schwarz. Безусловно, это не полный перечень решений, которые мы показываем на нашем стенде. В частности, здесь также представлено решение для тестирования устройств с протоколом Bluetooth с низким потреблением (BLE) в сигнальном режиме, то есть в режиме эмуляции сети. В основе этого решения – тестер средств беспроводной связи R&S CMW270. Данный прибор, помимо BLE, способен выполнять и другие тесты, в том числе PC-тестирование устройств WLAN стандартов IEEE 802.11a/b/g/n/ac и IEEE 802.11ax в сигнальном режиме, а также PC-тестирование в соответствии с IEEE 802.15.4 для протоколов ZigBee, Thread и 6LoWPAN – в режиме генератора-анализатора без эмуляции сети.

## Компания Keysight

**специалист по техническому планированию центра разработки специализированных ИС Майк Бейерс (Mike Beyers)**

Одна из значимых новинок, которую мы представляем на выставке electronica 2018, – осциллографы реального времени Infiniium серии UXR, включающей модели с очень широкой полосой пропускания – до 110 ГГц. Данные приборы могут иметь до четырех каналов и характеризуются очень низким уровнем собственных шумов. Всё вместе это делает осциллографы Infiniium UXR очень хорошими помощниками в развитии таких направлений, как высокоскоростные каналы связи, включая когерентную оптику, где уже ведутся исследования в области скоростей передачи данных 1,6 и даже 3,2 Тбит/с.

Причина, по которой для исследований в области оптической передачи данных со скоростями 1 Тбит/с и более очень важно иметь четыре канала, заключается в том, что поступающий сигнал разделяется на два сигнала – с горизонтальной и вертикальной поляризацией, а затем из каждого из этих сигналов выделяются I- и Q-компоненты. Квадратурная амплитудная модуляция (QAM) в сочетании с мультиплексированием позволяет создавать коммуникационные каналы с очень высокой скоростью передачи данных, но для выполнения измерений при такой сложной модуляции требуются приборы с очень низким собственным шумом. Осциллографы Infiniium UXR благодаря своим характеристикам хорошо справляются с этой задачей.

На стенде мы демонстрируем два осциллографа этой серии. Один из них – Infiniium UXR1002A – обладает полосой пропускания 100 ГГц и имеет два канала; полоса пропускания второго, четырехканального прибора Infiniium UXR0334A составляет 33 ГГц. Отличаются они разъемами на передней панели, а также модулями входного тракта (front-end). Аппаратные средства захвата данных, горизонтальной развертки и проч., а также ПО обработки у них одинаковые. В настоящее время у разработчиков часто может возникать потребность в модернизации приборов, улучшении их характеристик, когда они начинают использовать в своих разработках более новые стандарты, например переходят на новое поколение протокола PCIe или памяти DDR. В серии UXR расширение полосы пропускания в большинстве случаев может выполняться без изменения аппаратной части. Так, например, для увеличения полосы с 13 до 33 ГГц достаточно приобрести новую лицензию. Если же требуется дальнейшее расширение полосы, прибор нужно отправить на завод-изготовитель, однако объем работ, который там будет произведен, небольшой – необходимо заменить только модуль входного тракта. Таким образом, заказчики могут расширить полосу пропускания осциллографа с 13 вплоть до 110 ГГц.

Для получения информации о возможностях канала передачи широко применяется анализ глазковых диаграмм. При этом чем больше наложений единичных интервалов будет выполнено при построении диаграммы, тем больше вероятность выявления проблем в канале. Осциллографы Infiniium UXR выполняют задачи восстановления тактовой частоты, а также коррекции, эквализации, устранения влияния пробников и осадки и проч. для получения глазковых диаграмм, как можно в большей степени соответствующих действительности. Сейчас на дисплей осциллографа Infiniium UXR0334A выводится 1 млн единичных интервалов в секунду. На данный момент можно видеть глазковую диаграмму, построенную наложением почти 3,5 млрд единичных интервалов. Это действительно много – вполне достаточно, чтобы увидеть большинство проблем. Как не сложно посчитать, для построения такой диаграммы понадобилось около часа.

Для того чтобы обеспечить возможность получения качественных измерений при таких высоких частотах



Майк Бейерс



Отображение глазковых диаграмм на осциллографе реального времени Infiniium UXR0334A



Генератор сигналов произвольной формы M8196A и встроенный контроллер M9536A в шасси AXIe M9502A (вверху) и осциллограф Infiniium UXR1002A (внизу). В верхней части дисплея осциллографа – осциллограмма ступенчатого импульса калибратора, в нижней части – спектр производной ступенчатого импульса калибратора, полученный с помощью БПФ

и скоростях передачи данных, при разработке этой серии были сделаны большие инвестиции в аппаратную часть, в том числе в разработку специализированных ИС входного тракта. В приборах серии Infiniium UXR применяются 10-разрядные АЦП со скоростью оцифровки, позволяющей получать до 256 Гвыб./с на канал по всем четырём каналам.

При том, что, в сравнении с более ранними сериями осциллографов Infiniium, в этих приборах много изменений в аппаратной части, а также во встроенном ПО, они поддерживают все ранее применявшиеся программные пакеты, поэтому все программные функции, знакомые пользователям приборов Infiniium, такие как, например, декодирование протоколов, могут использоваться и в этой серии. Также могут применяться все пробники от предыдущих серий Infiniium, несмотря на то, что у осциллографов серии UXR другие разъемы: мы предлагаем все необходимые для этого переходники.

Еще одна интересная особенность новой серии – опциональный встроенный калибратор. Чтобы подтвердить

достоверность измерений, выполняемых осциллографом, необходимо периодически выполнять калибровку, при этом должна обеспечиваться прослеживаемость до определенного эталона. Когда мы проводим заводскую калибровку осциллографов, мы используем источник лазерных импульсов, который мы получаем из Национального института стандартов и технологий США (NIST). Импульс, создаваемый этим источником, очень узкий – около 100 фс. Для наших практических целей мы можем считать его дельта-импульсом. АЧХ и ФЧХ этого импульса определяются институтом NIST до частоты 140 ГГц. На основе отклика мы калибруем широкополосный стробоскопический осциллограф. Затем мы подключаем к этому осциллографу калибратор, который представляет собой источник ступенчатого сигнала с очень малым временем среза, и калибруем форму или, иными словами, спектральный состав этого импульса. При этом информация об импульсе сохраняется, что обеспечивает прослеживаемость до эталона NIST.

В верхней части дисплея осциллографа Infiniium UXR1002A можно видеть ступенчатый импульс калибратора. Время среза импульса составляет около 3,6 пс. Это достаточно короткий срез, чтобы выполнить возбуждение по всей полосе пропускания до 110 ГГц: как видно в нижней части дисплея, где отображается полученный с помощью БПФ амплитудный спектр производной ступенчатого импульса, спад характеристики приходится на частоту около 115 ГГц. Полученные на осциллографе АЧХ и ФЧХ сравниваются с характеристиками калибровочного импульса и при необходимости корректируются путем умножения на поправочные коэффициенты. Таким образом мы получаем достаточно плоские характеристики, прослеживаемые до эталона NIST.

Эта процедура с использованием калибратора применяется на производстве. Но теперь наши заказчики могут выполнить данный процесс самостоятельно, не отправляя свой осциллограф в нашу компанию, поскольку они могут опционально приобрести калибратор в составе прибора Infiniium UXR и использовать его точно так же, как мы при заводской калибровке. Это особенно важно для тех пользователей, которые применяют осциллографы для задач, связанных с конфиденциальными сведениями, и которые стараются не допускать того, чтобы прибор покидал их лабораторию.

### Менеджер по развитию рынка подразделения отраслевого маркетинга в регионе EMEA Джованни Д'Аморе (Giovanni D'Amore)

Одно из решений, представленных на нашем стенде, предназначено для испытательных центров, которые выполняют испытания для целей сертификации продукции на соответствие требованиям ЭМС. Это новый приемник электромагнитных помех N9048B PXE. Он основан на анализаторах спектра PXA, которые уже присутствовали

в нашем портфолио. Для того чтобы новое решение отвечало требованиям соответствующих стандартов по испытаниям на ЭМС, в нем применяется новый модуль входного тракта. Испытания на ЭМС предполагают измерения в определенных полосах частот, поэтому необходимо применение определенных фильтров. Однако

фильтры, как и любые другие компоненты, сами создают шум, поэтому очень важно обеспечить низкий шум входных трактов прибора. Для этой цели нашей компанией были разработаны новый РЧ-преселектор и маломощный усилитель, которые применяются в данном приборе. Это позволяет выполнять измерения очень слабых сигналов при крайне низком уровне собственных шумов. Чувствительность прибора такова, что он позволяет выполнять измерения на частоте 1 ГГц при мощности  $-160$  дБм без предусилителя и  $-170$  дБм с маломощным усилителем, что очень близко к теоретическому порогу шума, составляющему  $-174$  дБм.

В то же время приемник сохранил всю функциональность анализатора спектра, поэтому он может использоваться и в этом качестве, что позволяет заказчикам обходиться без дополнительного прибора в случае, если им понадобится обычный анализатор спектра для задач, не связанных с сертификацией, например для поиска неисправностей.

Прибор N9048B PXE полностью соответствует стандартам CISPR16-1-1 и MIL-STD-461. Он совместим с основными программными средствами управления испытательной системой, которые используются при сертификационных испытаниях на ЭМС. В зависимости от опции диапазон частот приемника может составлять от 2 Гц до 3,6 ГГц, от 2 Гц до 8,4 ГГц или от 2 Гц до 26,5 ГГц. Прибор поддерживает множество типов детекторов: нормальный, пиковый, мгновенного значения, отрицательного пика, логарифмический детектор мощности, среднее квадратического значения и среднего значения напряжения, а также CISPR-детекторы среднего значения электромагнитной помехи, среднее квадратического значения и квазипиковый.

Среди отличий приемника N9048B PXE от анализатора спектра, на котором он основан, – наличие второго порта для частот до 1 ГГц со встроенным ограничителем,

защищающим прибор от бросков мощности до 2 кВт при ширине импульса 10 мкс.

Одной из проблем при проведении стандартизированных испытаний является то, что ряд параметров и режимов жестко заданы, при этом они могут находиться «на разных чашах весов» со скоростью измерений. Например, при выполнении спектрального анализа, чтобы повысить скорость, можно расширить полосу частот, определяющую разрешение прибора. Но в случае стандартизированной процедуры этого сделать нельзя, потому что ширина полосы установлена требованиями стандарта. Поэтому необходимы решения, которые позволили бы ускорить измерения без изменения заданных стандартом параметров. Одним из таких решений для испытаний на ЭМС является сканирование во временной области. Этот метод реализован в приемнике N9048B PXE.

В качестве примера того, насколько данный метод позволяет повысить скорость измерений, можно рассмотреть случай, когда испытываемое устройство совершает полный оборот, и вам нужно измерить излучение на двух



Джованни Д'Аморе



Анализатор сигналов N9020B MXA на стенде Keysight

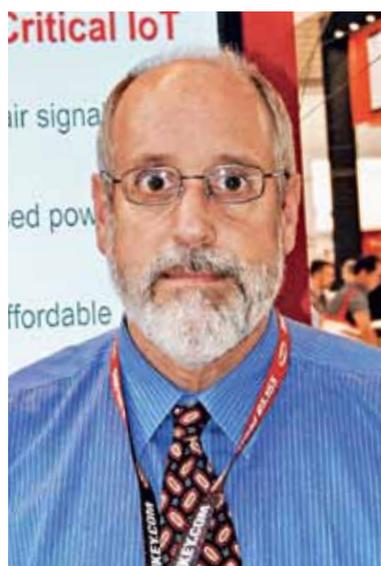


Векторный генератор сигналов N5182B MXG (вверху) и приемник электромагнитных помех N9048B PXE (внизу)

частотах с помощью квазипикового детектора при повороте на каждый градус. Обычная процедура займет примерно один час, а при сканировании во временной области измерения потребуют лишь две минуты.

Наконец, я хотел бы обратить внимание на то, что в данном приборе применяется ПО, предоставляющее информацию, на основе которой можно сделать определенные выводы о причинах несоответствия испытуемого устройства заданным требованиям. Использование детекторов различного типа позволяет увидеть,

например, что одна помеха имеет постоянный характер, а другая ведет себя во времени подобно процессу заряда емкости. Вы можете просмотреть все пики, выполнить поиск по измеренным данным и на основе имеющейся информации сделать вывод, что именно может являться источником данной помехи, например блок питания или иная часть вашего устройства. Иными словами, вы не только определяете, прошло ли устройство испытание, но и получаете данные, позволяющие вам лучше понять, что именно в нем происходит.



Брэд Джолли

**Старший инженер по применению Брэд Джолли (Brad Jolly)**

В настоящее время оптимизация времени работы устройства от аккумулятора является одним из важнейших аспектов разработки электронной аппаратуры, в особенности в таких областях, как Интернет вещей, где некоторые устройства должны сохранять работоспособность в течение 5–10 лет и более без подзарядки аккумулятора. Когда речь заходит об

устройствах, имплантируемых в тело человека, этот вопрос становится особенно критичным.

Уже многие годы разработчики выполняют анализ тока потребления, который дает информацию о времени работы устройства от аккумулятора. Однако он ничего не говорит о том, как оптимизировать это время.

На нашем стенде на выставке electronica 2018 мы представляем решение для оптимизации времени работы от аккумулятора устройств Интернета вещей X8712A, основанное на анализаторе питания постоянного тока N6705C и включающее также детектор РЧ-событий X8712AD, благодаря которому установка позволяет измерять не только напряжения и токи в точках подключения пробников, но и определять форму сигналов тока в проводах, а также различные РЧ-события в отдельных частях схемы.

Установка предоставляет данные о потреблении тока различными частями устройства в различных режимах, что позволяет пользователю сделать выводы о том, какие изменения могут быть внесены в схему с целью оптимизации времени работы от аккумулятора. Например, сейчас можно видеть, что потребление тока первым светодиодом – это голубой столбец LED1 на диаграмме – составляет 60,73% общего потребления, причем этот светодиод



Установка для оптимизации времени работы от аккумулятора устройств Интернета вещей. Слева внизу – анализатор питания постоянного тока N6705C с подключенным к нему детектором РЧ-событий X8712AD. Справа в белом боксе – испытываемое устройство



Данные о потреблении тока и времени работы испытываемого устройства в различных режимах

включен в течение 12,61% времени работы устройства. С другой стороны, в режиме ожидания устройство находится 66,58% времени, а ток потребления в этом режиме составляет всего 5,54%. Таким образом разработчик может сделать вывод о том, что, например, для оптимизации времени работы от аккумулятора может быть уменьшено время работы светодиода. Допустим, может быть уменьшена частота его мигания.

В других случаях данное решение может подсказать разработчику, например, уменьшить время измерений какой-либо величины с помощью датчика – возможно,

в конкретном случае можно обойтись меньшим количеством данных, если этот датчик оказывает существенное влияние на разряд аккумулятора. Или, может быть, следует выполнять передачу данных по беспроводному каналу не так часто, как это было заложено изначально. В каждом отдельном случае решение может быть своим. Важно, что благодаря средству X8712A разработчик получает исходную информацию как о потреблении тока, так и о времени работы устройства в различных режимах для того, чтобы наилучшим образом использовать возможности аккумулятора и продлить время автономной работы устройства.

## Компания APPA Technology Corporation

### президент

#### Сэм Чанг (Sam Chang)

Наша компания, основанная в 1989 году, специализируется на выпуске портативных электроизмерительных приборов. В первую очередь это мультиметры и электроизмерительные клещи. По объему их выпуска мы занимаем второе место в мире после компании Fluke. Приборы каждого из данных типов представлены множеством моделей различного класса. В ассортименте APPA есть также измерители параметров окружающей среды, измерители RLC и другие приборы.

На выставке electronica 2018 мы делаем акцент на продукции, оснащенной интерфейсом Bluetooth. Наличие данного интерфейса дает возможность передавать данные на внешние мобильные устройства (смартфоны, планшеты), работающие под управлением операционных систем iOS или Android, и с помощью специальных приложений выполнять на них отображение, регистрацию и анализ результатов измерений.

Мы начали оснащать свои приборы Bluetooth-интерфейсами около двух лет назад. Но до недавнего времени этот интерфейс был доступен только в приборах высшего класса (high-end), таких как электроизмерительные клещи APPA 158B или мультиметр APPA 506B. Эти приборы обладают высокими техническими характеристиками и широкими функциональными возможностями, однако стоят довольно дорого. В то же время многие пользователи не хотят тратить так много денег, им достаточно приборов общего назначения, но они также хотели бы иметь в своих устройствах интерфейс Bluetooth. Поэтому в этом году мы подготовили целую серию новых мультиметров общего назначения – серию S, – которые также оснащены Bluetooth-интерфейсом. В настоящее время эта серия включает три модели: APPA S1, APPA S2 и APPA S3. Кроме того, мы выпустили четыре новые модели электроизмерительных клещей общего назначения с интерфейсом Bluetooth: APPA 172, APPA 173, APPA 175 и APPA 177.

Bluetooth-интерфейс есть и в других устройствах нашей компании, например, в клещах, предназначенных для измерения токов утечки. Это весьма дорогостоящие приборы, но

задача измерения токов утечки достаточно актуальна, поэтому данная продукция пользуется большим спросом, в том числе в России. Наши приборы этого типа обладают высокой точностью и позволяют измерять малые токи утечки. Сейчас появляются новые нормативные требования для измерения токов утечки. Поэтому мы выпустили новую модель электроизмерительных клещей APPA A17N. В ней использованы конструктивные решения (в частности, специальная конструкция губок), обеспечивающие соответствие новым нормативам. Насколько нам известно, в настоящее время только две компании во всем мире готовы предложить продукцию, отвечающую новым требованиям к измерению токов утечки: одна из них APPA, другая – Fluke.

Интерфейс Bluetooth можно также использовать при проведении измерений с помощью токоизмерительных датчиков петлевого типа, позволяющих измерять токи величиной до 3000 А.

Мы уже давно поставляем нашу продукцию в Россию и видим для себя хорошие перспективы работы на российском рынке. Мы занимаем в России лидирующие позиции по продажам тех видов контрольно-измерительного оборудования, которые выпускает наша компания. Наш дистрибьютор в России – компания «ПриСТ». С ней мы успешно работаем в течение многих лет и надеемся с ее помощью и дальше наращивать поставки нашего оборудования на российский рынок.



Сэм Чанг



Куина Ци

**Компания ITECH  
менеджер по продукции  
Куина Ци (Queen Qi)**

Тайваньская компания ITECH специализируется на профессиональной измерительной аппаратуре для тестирования силовой электроники. Производство наших изделий налажено в континентальном Китае. Мы уделяем большое внимание инновациям, которые непрерывно внедряем в нашу продукцию, – в отделении исследований и разрабо-

ток компании трудится более 200 человек. Каждый год выпускаем несколько новых серий для широкого спектра приложений, в том числе оборудование для тестирования автомобильной электроники, в частности аккумуляторов, станций заряда батарей, тестирования оборудования солнечных батарей, устройств Интернета вещей и др. Среди наших изделий – AC/DC источники питания, AC/DC электронные нагрузки, анализаторы питания, тестеры батарей, многоканальные источники питания, интегрированные тестовые системы. Всего мы выпускаем свыше 400 типов изделий, которые поставляем более чем в 30 стран мира – в Европу, Северную Америку, Азию.

На выставку electronica 2018 мы привезли несколько новых серий продуктов, созданных на основе прорывных технологий. Они привлекли широкое внимание посетителей выставки и наших заказчиков.

Среди продуктов, представленных на стенде компании, в первую очередь следует отметить серию IT6000, которую мы недавно вывели на рынок. В этой серии более 200 моделей трех семейств: В, С и D. IT6000В – система с рекуперацией энергии, в состав которой входит двунаправленный источник питания и электронная нагрузка, IT6000С – двунаправленный программируемый DC источник питания, IT6000D – высокоомощный программируемый DC источник питания.

Особенность серии IT6000 – высокая удельная мощность – до 18 кВт в корпусе размером 3U. В серии предлагаются два типа устройств в зависимости от выходной мощности – в настольном и напольном исполнении. Доступны модели с рабочим напряжением от 80 до 2250 В, с выходными токами – до 2040 А, максимальная выходная мощность при параллельном включении нескольких устройств достигает 1152 кВт.

IT6000С содержит, кроме двунаправленного источника питания, также и электронную нагрузку. В отличие от обычных источников питания и электронных нагрузок, для которых характерен короткий и нестабильный переходной процесс при переключении токов разной полярности, в IT6000С реализовано плавное переключение из режима потребления в режим отдачи тока, что позволяет избежать нежелательных выбросов напряжения и тока во время тестирования батарей и другого оборудования.

Устройства оснащены функцией рекуперации электроэнергии, позволяющей отдавать энергию в общую сеть, не рассеивая ее в виде тепла. Эффективность рекуперации энергии достигает 95%, что не только значительно снижает расходы предприятия на электроэнергию, но и позволяет отказаться от применения систем кондиционирования воздуха.

Встроенный в IT6000С функциональный генератор позволяет формировать сигналы произвольной формы, используемые для тестирования батарей; возможен импорт LIST-файлов с различными формами сигналов через USB-порт на передней панели устройства. IT6000С



Двунаправленный программируемый DC источник питания серии IT6000С

опционально оснащается программным обеспечением для моделирования работы солнечных батарей, с помощью которого пользователь может проводить измерения и контролировать состояние фотоэлектрического инвертора в режиме реального времени. Кроме того, в устройстве имеются встроенные алгоритмы стандартов DIN40839 и ISO 16750-2 / ISO 21848 по формированию специализированных эпюр для тестирования автомобильных сетей. IT6000C оснащены набором коммуникационных интерфейсов: в стандартном исполнении – USB / CAN / LAN / digital IO, опционально – GPIB / аналоговым и RS-232.

Семейство IT6000B обеспечивает еще более широкие возможности для пользователя. Как и IT6000C, изделия этой серии содержат в одном корпусе два устройства – источник питания и электронную нагрузку. Но, в отличие от IT6000C, на передней панели IT6000B находятся две кнопки – Source и Load – для переключения между режимами двунаправленного источника питания и электронной нагрузки с рекуперацией энергии. При включенной кнопке Source устройство работает как серия IT6000C, то есть в двунаправленном режиме, необходимым, например, для заряда и разряда батарей. Когда включается кнопка Load, устройство переводится в режим рекуперации и может отдавать электроэнергию в общую сеть. Таким образом, устройства серии IT6000B могут использоваться и как автономные мощные двунаправленные источники питания, и как независимые электронные нагрузки с рекуперацией электроэнергии.

Еще одна интересная серия, представленная на выставке, – IT-M – выполнена в классическом черном цвете, отличается компактными размерами – всего 1/2 1U. Тем не менее наличие полного набора функций, характерных для устройств больших габаритов, позволяет создавать на основе этих изделий компактную и в то же время полноценную тестовую систему. На стенде демонстрируется несколько семейств этой серии.

Например, серия IT-M3600 представляет собой систему с рекуперацией энергии. Интеграция в ней двух устройств – двунаправленного DC источника питания и электронной DC-нагрузки – позволяет отдавать энергию в общую сеть. Источник питания с возможностью автоматического выбора диапазона в широком диапазоне обеспечивает удобство при тестировании различных систем. Устройства этой серии оснащены функцией многоканального управления, поддерживают до 256 каналов, параметры которых пользователь может устанавливать независимо друг от друга. Поэтому устройство удобно использовать для группового тестирования батарей.

Диапазон напряжений устройств серии IT-M3600 – от 30 до 600 В, выходная мощность достигает 850 Вт.



DC источники питания серии IT-M3100

Предусмотрена возможность регулирования длительности нарастания и спада напряжения в соответствии с требованиями приложения. Для устройства предлагается широкий набор опциональных плат интерфейсов, в том числе RS-232, RS-485, CAN, LAN, GPIB, USB-TMC, USB-VCP. Обеспечена поддержка ряда коммуникационных протоколов, в том числе CANOPEN, LXI, SCPI, MODBUS и др. В устройстве реализованы все типы защиты, а также функция самоблокировки с отключением выхода. Серия IT-M3600 поддерживает LINK-функции, которые обеспечивают индивидуальный тайминг для каждого канала, синхронизацию каналов, установку задержки на выходе канала, а также разные соотношения между выходным напряжением и током.

Кроме IT-M3600, на нашем стенде представлены другие семейства серии IT-M: IT-M3100 – DC источники питания, IT-M7700 – программируемые AC / DC источники питания, IT-M3400 – двунаправленные DC источники питания и иные изделия.

Следует отметить, что непрерывное совершенствование продуктовой линейки позволяет нашей компании успешно конкурировать на мировом рынке – в последние годы объем продаж постоянно растет. Это касается и российского рынка, на котором мы работаем почти десять лет. Предлагаем широкую номенклатуру изделий: от программируемых источников питания и электронных нагрузок до тестеров батарей и другого оборудования. В России у нас хороший партнер – компания «ПриСТ», с которой мы успешно и взаимовыгодно сотрудничаем. Наша продукция поставляется в Россию под торговой маркой АК ИП. Компания «ПриСТ» занимается продажей, сертификацией, сервисным обслуживанием и поддержкой пользователей и это очень ценно, поскольку делает нашу продукцию доступной для широкого круга российских предприятий.



Евгений Мордкович

**Компания SPEA**  
**генеральный директор ООО «Остек-Электро»**  
**Евгений Мордкович**

Установка для виброклиматических испытаний Shaker Test Unit, представленная на этой выставке компанией SPEA, фактически, представляет собой новый класс технологического оборудования для контроля и испытаний сложных цифровых устройств и компонентов. Она сочетает механическое воздействие на образец с ускорениями

считают подход SPEA, воплощенный в установке, интересным, и они готовы рассмотреть ее включение в новые программы технического перевооружения.

Возможному успеху Shaker Test Unit способствует и устоявшаяся репутация SPEA на российском рынке. Компания зарекомендовала себя как надежный партнер, что подтверждается, в частности, произошедшими в этом году несколькими повторными поставками ее оборудования предприятиям, которые в течение нескольких лет эксплуатируют технику от этого производителя.

В основном это относится к внутрисхемным тестерам с летающими пробниками SPEA 4060 и другим машинам этого назначения. Многие отечественные компании уже оценили преимущества использования этих систем, убедившись, что они обеспечивают высокую точность и достоверность измерений. Важно и то, что линейка тестеров SPEA – первая в России система внутрисхемного контроля, внесенная в Государственный реестр средств измерения в 2014 году. Поэтому у многих производителей электроники ответственного назначения эти машины уже около пяти лет используются в технологическом процессе и являются обязательным оборудованием для проведения приемо-сдаточных испытаний. В последний год такие системы стали применять и компании, занимающиеся контрактной сборкой электронных узлов.

Из линейки систем с летающими пробниками на выставке представлена модель SPEA 4080, которая, по мнению специалистов, устанавливает новый стандарт внутрисхемного тестирования. Восемь пробников, гранитная станина, скоростные линейные приводы и оптические датчики положения с субмикронным разрешением по всем трем осям обеспечивают сочетание быстродействия и высочайшей точности зондирования: машина может производить до 160 касаний в секунду на площадки размером 50 мкм, не оставляя на них следов воздействия щупа. Максимальная точность фиксации электрических параметров достигается за счет расположения измерительных схем в непосредственной близости от пробников. Наконец, установка компактна, она занимает всего 2,15 м<sup>2</sup> площади производственного помещения.

Говоря о компании SPEA, стоит упомянуть еще один аспект ее деятельности, который важен и для нашей электронной отрасли. Специалисты компании принимают активное участие в формировании новых требований к практике разработки

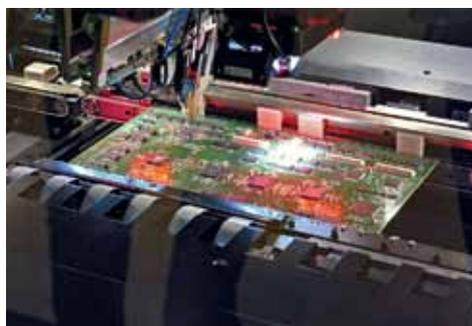
до 40 g по трем осям с его нагревом либо охлаждением в диапазоне температур от –40 до 150 °С, позволяя при этом производить все необходимые электрические измерения. Это дает возможность в процессе тестирования, например, МЭМС осуществить подбор корректирующих параметров для каждого испытуемого устройства и записать эти индивидуальные значения в его память.

Установка не имеет аналогов, и компания пока не хочет открывать все свои секреты; даже здесь, на выставке, механизмы в рабочей зоне прикрыты защитными конструкциями, чтобы не показывать реализованные в них технические решения.

Оценить перспективу продвижения Shaker Test Unit на российском рынке пока сложно, поскольку демонстрация на этой выставке – первая презентация установки для широкой публики. Однако некоторые отечественные производители электронной аппаратуры уже подтвердили, что



Установка для виброклиматических испытаний Shaker Test Unit. Справа – рабочая зона установки закрыта защитными конструкциями



Высокоточная установка электрического тестирования с двусторонним доступом SPEA 4080. Справа – верхняя часть рабочей зоны с измерительной головкой

радиоэлектронной аппаратуры, направленных на экономию времени и средств на этом этапе создания нового изделия. В первую очередь речь идет о подготовке аналитических материалов для выработки новых стандартов проектирования, нацеленных на использование в различных САПР информации, которая может быть получена методами внутрисхемного контроля и периферийного сканирования. Мы надеемся, что в 2019 году это направление получит развитие и реализуется в виде нового стандарта для отечественных предприятий – производителей электроники.

**Компания «Остек-Электро»  
начальник производства  
Антон Шейхо**

Наша компания занимается разработкой и изготовлением нестандартных измерительных систем. У нас есть несколько изделий, выпускаемых серийно; кроме того, мы выполняем большое количество работ по проектированию измерительных приборов под конкретные задачи заказчиков.

На выставку мы привезли два серийных изделия. Как видите, мы располагаемся на коллективном стенде Made in Moscow, организованном Московским экспортным центром (МЭЦ). Пройти сито отбора было не просто – он происходил в несколько этапов в конкуренции с множеством московских предприятий. Думаю, раз мы преодолели такой фильтр, можно сделать вывод, что наши изделия действительно достаточно актуальны и перспективны.

Одно из них – мобильный переносной кабельный тестер МПК-24. Конечно, на выставке можно увидеть и другие подобные системы, но наш тестер жгутов имеет одно свойство, делающее его уникальным. Позволяя подключить разъемы жгута через 384 канала, он может испытывать диэлектрическую прочность изоляции провода напряжением до 1500 В переменного тока, измерять сопротивление изоляции при напряжении до 2000 В постоянного, подавать ток до 2 А при измерении сопротивления токонесущей жилы кабеля, и все это – без подключения к электрической сети, работая от собственного встроенного аккумулятора, причем в течение не менее чем 8 ч. Конечно, прибор может работать и от обычной сети переменного тока с напряжением 230 В; кроме того, его можно запитывать постоянным током

с напряжением 27 В – стандартным электропитанием бортовых систем авиаракетной техники.

Такую систему никто, кроме нас, пока не производит. На рынке есть похожие приборы, но таким функционалом похвастаться никто не может – у кого-то меньше каналов, у кого-то менее эффективная архитектура, не позволяющая автономно работать 8 ч при таких напряжениях и токах, да еще и при столь умеренных массогабаритных характеристиках, как у нашего тестера.

Тестер с самого начала был задуман как прибор, предназначенный прежде всего для персонала, проводящего техническое обслуживание кабельно-жгутовой продукции. Для этого он должен быть компактным и не зависеть от того, имеется ли рядом розетка, в которую его можно было бы включить. Второе возможное применение – контроль кабелей там, где обычной бытовой или промышленной сети нет в принципе: в самолетах, поездах, строящихся сооружениях, на аварийных объектах и т. д.



Антон Шейхо

Используемое нами в названии прибора сочетание «мобильный переносной» может показаться несколько странным, но оно обусловлено привычными понятиями, сложившимися в этой области деятельности. Дело в том, что мобильной у профильных специалистов принято называть систему, приспособленную к перемещению по цеху – проще говоря, стойку на колесах. Наш прибор тоже, безусловно, мобилен, но он еще и компактен настолько, что его легко поднимает один человек. Поэтому мы добавили слово «переносной»; оно к тому же должно подсказывать, что тестер не нуждается в сетевом питании, как не нуждается в нем большинство переносных приборов самого разного назначения.

Второе представленное здесь изделие – Ш1-23. Это измеритель начальной магнитной проницаемости ферритовых сердечников кольцевой формы с внутренним диаметром от 4 мм. Диапазон измеряемой начальной магнитной проницаемости – от 1 до 100 000. Его особенность заключается прежде всего в выборе целевой рыночной ниши. Различные производители предлагают автоматизированные системы, которые не пользуются большой популярностью у российских потребителей – прежде всего из-за своей высокой стоимости. Однако потребность в приборах этого назначения существует. Наш прибор работает по методу пробной катушки, но одна из важных ручных операций – намотка этой катушки – в нем исключена, за счет чего время тестирования сокращается в разы и делает рентабельным подбор сердечников по характеристикам.

Во времена СССР такая задача тоже решалась – исключение намотки достигалось использованием приспособления с одним витком, часть которого была выполнена в виде штырька, на который надевался сердечник, после чего виток замыкался, и получалась пробная катушка с одним витком. Это приспособление подключалось к измерителю иммитанса с резонансной

схемой измерения, замерялась индуктивность и по формуле пересчитывалась в начальную магнитную проницаемость.

Однако один виток дает большую методологическую ошибку, и точность измерения была хуже 15%. Вначале мы хотели просто сделать оснастку на 10 витков, что позволило бы повысить точность метода до 3%, но оказалось, что измерителей иммитанса с колебательной системой больше нет. А это очень важно при измерении индуктивности пробной катушки. В результате решили сделать прибор, который состоит из оснастки на 10 витков и измерителя индуктивности резонансным методом с автоматическим пересчетом индуктивности пробной катушки в начальную магнитную проницаемость. Таким образом удалось создать прибор с умеренной степенью автоматизации, но с достойными характеристиками и приемлемой ценой.

Измеритель может работать от сети и от встроенного аккумулятора, имеется несколько модификаций для сердечников разной формы с различными габаритными размерами. Мы аттестовали применяемый метод измерения, в этом году получим свидетельство о внесении в Государственный реестр средств измерений. Пройти метрологические испытания было весьма не просто, процесс занял почти два года. По нашим данным, в Госреестре больше нет измерительных приборов, использующих метод пробной катушки; это означает, что после получения свидетельства наш прибор будет единственным средством измерения начальной магнитной проницаемости методом пробной катушки, имеющим государственную регистрацию.

Посетители выставки проявляют интерес к обеим нашим системам. Надо сказать, что в данном случае мы хотели бы найти здесь не столько прямых заказчиков, сколько дистрибьюторов нашей продукции. Именно так мы планируем организовать сбыт – через сеть дистрибьюторов.



Мобильный переносной кабельный тестер МПК-24



Измеритель ферромагнитных сердечников Ш1-23

Были опасения, связанные с политической ситуацией. Ведь на стенде Made in Moscow мы позиционируем именно как российская компания, а сегодня, в связи с санкционными ограничениями, можно было бы ожидать определенных проблем... Однако практика выставочных дней показала: ничего такого не замечается, специалисты подходят, изучают проспекты, задают вопросы. Русскоязычные собеседники еще и удивляются – видимо, пока не привыкли к тому, что в России может разрабатываться и производиться продукция, способная

заинтересовать посетителей на выставке такого уровня, как мюнхенская electronica.

Должен отметить, что работники МЭЦ оказывают нам всяческую помощь, в частности, содействуют в организации встреч с потенциальными партнерами. Вообще, это очень хорошо, что правительство Москвы стало уделять столь пристальное внимание развитию и продвижению столичных производителей на международные рынки. И, главное, есть результаты. Мы провели ряд переговоров, и можно надеяться, что некоторые из них к концу года приведут к определенным практическим результатам.



Томас Фрис

### Компания Fries Research & Technology GmbH

**генеральный директор  
Томас Фрис (Thomas Fries)**

Я начал заниматься измерительной техникой в 1986 году, а в 1995 году была образована компания Fries Research & Technology GmbH (FRT); первоначальной специализацией были промышленные контактные измерения с помощью сканирующих зондовых и атомно-силовых микроскопов. В процессе своей деятельности я понял, что

решать вопросы переноски образца, весьма чувствительного к загрязнениям, с одной установки на другую.

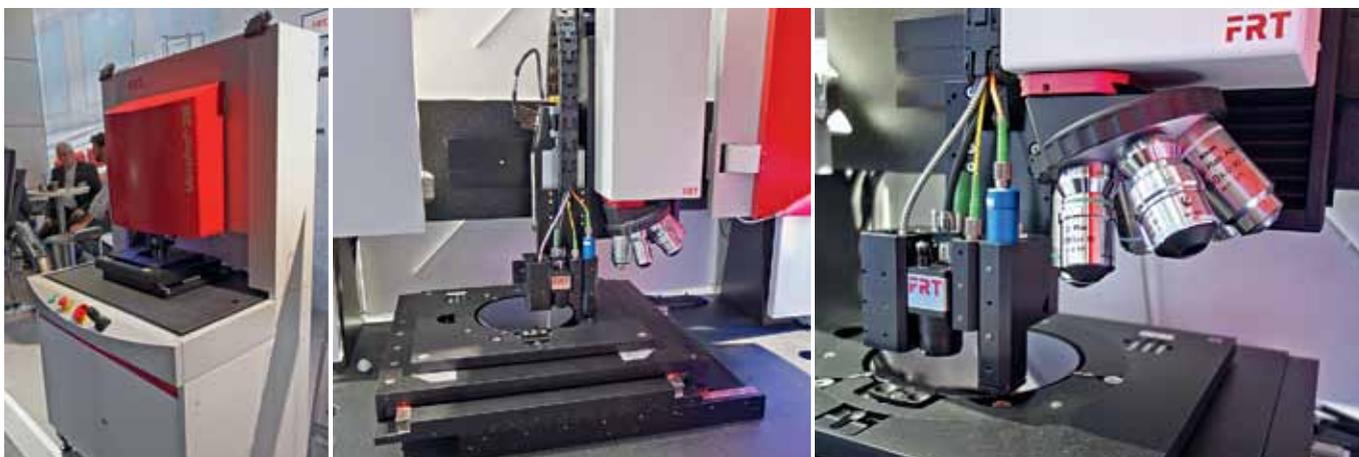
Так мы пришли к идее мультисенсорного инструмента, способного решать все задачи, характерные для той или иной области исследований или отрасли промышленности. С этого момента FRT стала инжиниринговой компанией, выпускающей измерительное оборудование. Серия MicroProf представляет собой ряд мультисенсорных систем, реализующих бесконтактную оптическую технологию неразрушающего определения параметров поверхностей. Предлагаемый пользователю выбор любого набора из 10 производимых нами типов датчиков позволяет создать наилучшую конфигурацию системы для измерения топографии, прогиба, кривизны, шероховатости, износа и других характеристик поверхности, высоты и ширины ступеньки, толщины пленки, общей толщины и разброса толщин и ряда других параметров исследуемого объекта. Измерения надежно производятся практически на всех поверхностях любых материалов, от высокоотражающих зеркал до сильно поглощающих пластиков. Интроскопия осуществляется за счет применения датчика с той длиной волны излучения, для которой тот или иной материал прозрачен, при этом в одном цикле измерений можно определить геометрические характеристики до 10 слоев.

нам нужен измерительный прибор, которого еще не существует.

Например, вам нужно получить топографию поверхности некоторого образца. Вы можете сделать это при помощи сканирующего зондового микроскопа (СЗМ). Но этот инструмент хорош для измерений с очень высокой точностью на ограниченном участке образца, исследование же всей поверхности, скажем, 300-мм полупроводниковой пластины заняло бы недопустимо много времени. Да и размеры рабочей области СЗМ обычно исключают возможность работы с такими объектами.

Кроме того, вас могут интересовать другие параметры пластины, например, кривизна ее поверхности, толщины слоев структуры и т. д. В результате вам потребуется несколько дорогостоящих установок, умение работать в нескольких программах, вы потратите массу времени и вынуждены будете

Сегодня в эксплуатации находятся сотни наших установок. Они нашли применение в медицинских и биологических технологиях, в оптической, автомобильной промышленности, в производстве пластмасс. Большая же часть поставок, примерно 60%, связана с электроникой. Наше оборудование включено в технологические линии изготовления печатных плат, полупроводниковых пластин, сапфировых подложек, фотовольтаических элементов и панелей, МЭМС, сборки



Модульная мультисенсорная измерительная система MicroProf 200

печатных и многокристальных узлов, корпусирования монолитных и гибридных микросхем и т. д.

Сейчас мы выпускаем третье поколение наших систем. Главным его отличием является модульность. В первом и втором поколениях каждое наше изделие конструировалось под конкретный набор датчиков, под него разрабатывались свои держатели, схема соединения – в каждом образце было что-то новое. Теперь же у нас есть система стандартного крепления всех типов датчиков, а программное обеспечение (ПО), которое целиком, включая интуитивно понятный пользовательский интерфейс SECS/GEM, разработано нашими специалистами, легко конфигурируется под выбранную комплектацию установки. Помимо унификации производства, это дает возможность быстро сделать любое обновление на территории заказчика. Появилась новая задача, понадобился новый датчик – мы приедем и за два часа установим его вместе с требуемым дополнением ПО. Можно сразу вписать будущие обновления в договор – если, например, этого требует ваш план инвестиций в развитие производства.

Здесь мы демонстрируем систему MicroProf 200. Кроме нее, в больших количествах выпускаются установки MicroProf 100 и MicroProf 300. Цифра обозначает максимальный размер образца в миллиметрах, в остальном системы друг от друга не отличаются. Самая большая серийная установка предназначена для работы с образцами размером до 600 мм, однако по одному из заказов была изготовлена система с областью сканирования 1000×1000 мм. Вообще, мы выполняем индивидуальные проекты, правда, не более двух в год. Они требуют значительных затрат и приложения больших усилий; с другой стороны, они полезны с точки зрения нашего дальнейшего развития,

позволяя время от времени создать что-то совсем новое.

Реализованная в нашем оборудовании концепция модульности имеет и второе измерение – степень автоматизации. Представленная на стенде установка MicroProf 200 – это вариант системы с ручной загрузкой. К ней может быть добавлен модуль MHU (Material Handling Unit) – робот-загрузчик с комплектом кассет. Кстати, это может быть сделано на месте, у пользователя: недавно мы за две недели провели такую модернизацию у одного из наших российских заказчиков.

Для крупносерийных производств предназначена максимально автоматизированная система, включающая станцию загрузки с портами для работы со стандартными контейнерами (SMIF, FOUP). Последний вариант мы предлагаем в трех базовых конфигурациях, в которых состав датчиков и функционал ПО оптимизированы под потребности определенных типов производств. Система FS (Foundry Star) ориентирована на микроэлектронные производства, FE (Front End) – на процессы создания элементов структуры микросхем, AP (Advanced Packaging) применяется для задач корпусирования. Разумеется, состав датчиков во всех этих конфигурациях может быть изменен и дополнен в соответствии с требованиями заказчика.

Другой аспект автоматизации, реализованный во всех вариантах оборудования MicroProf, – так называемые интегрированные гибридные измерения. Например, нужно узнать высоту ступеньки меди на поверхности окисленного кремния. Оптический датчик, обычно применяемый для измерения высоты, даст ее значение до самого кремния, поскольку он «не видит» почти прозрачную пленку оксида. Тогда программа автоматически введет в работу другой датчик, измеряющий

толщину пленки, вычислит разницу и покажет искомую величину – высоту ступеньки над окружающей ее поверхностью. В других случаях количество разнородных измерений в одном автоматическом цикле может быть больше – столько, сколько нужно.

Наконец, установки MicroProf опционально могут комплектоваться термомодулем – устройством, в котором основные типы измерений производятся при температурах от –80 до 400 °С. Его ключевой элемент – уникальный оптический датчик, способный работать в таком диапазоне температур с вертикальным разрешением 0,05 мкм и разрешением по осям X, Y, равным 0,2 мкм. Система команд управляющего интерфейса позволяет запрограммировать автоматическое выполнение режима практически любой длительности, с любым температурным профилем и комплексом измерений.

Назначение термомодуля понятно: он дает возможность в режиме реального времени увидеть, что происходит с изделием при охлаждении и нагреве и, в случае неудовлетворительного результата, при помощи полученных данных внести необходимые изменения в его конструкцию. Его целевыми рынками мы считаем производство печатных плат и корпусирование микроэлектроники.

Кроме того, термомодуль – практически незаметный источник данных для построения математической модели поведения изделия при низких и высоких температурах, а также для проверки достоверности такой модели.

Наличие такой опции, как термомодуль, показало себя серьезным фактором в продвижении линейки MicroProf. Как раз в эти дни мы ведем переговоры с одним из российских предприятий, и возможность введения термомодуля в комплектацию установки рассматривается заказчиком как один из весомых аргументов в пользу приобретения нашего оборудования.

Вообще, мы работаем в России уже восемь лет. Российский рынок довольно специфичен. Чтобы добиться здесь успеха, требуются немалое терпение и гибкость. Мы считаем, что наше оборудование идеально подходит для российских заказчиков – именно вследствие своей модульности, наращиваемости. Здесь много развивающихся предприятий, которые начинают с исследований и опытно-конструкторских работ, а затем переходят к серийному производству. Встречаются также трудности с бюджетом, не позволяющие закупить сразу полную комплектацию установки. В этих условиях мы даем то, что нужно: постепенное, по мере необходимости или возможности, доведение вашего измерительного инструмента до требуемого функционала и степени автоматизации. У нас уже есть здесь несколько хороших партнеров, наше оборудование установлено на целом ряде производств, несколько проектов постоянно находится в стадии проработки. Считаю, наш бизнес в России имеет хорошую перспективу.



Доминик Овертон

**Компания ETL Systems  
менеджер по продажам  
Доминик Овертон (Dominic Overton)**

Наша компания создана в 1984 году, штаб-квартира расположена в Херефордшире (Англия), производственные мощности – в г. Херефорд, дизайн-центр – в г. Уотфорд. Штат компании – 120 сотрудников, офисы продаж находятся в США, Дубае, Индии и Гонконге.

ETL Systems – разработчик и производитель ВЧ/СВЧ-оборудования для наземных станций спутниковой связи. В обширную



Модуль семейства StingRay

номенклатуру выпускаемой продукции входят разветвители, усилители-распределители, пассивные и активные делители/сумматоры мощности, направленные ответвители, волноводные компоненты и другие изделия. Предлагаются как автономные компоненты и модули, так и устройства в виде блоков для установки в 19-дюймовые стойки. Мы уделяем большое внимание заказным решениям: клиенты со специфическими требованиями к разрабатываемому оборудованию могут обращаться к нам, и компания спроектирует и изготовит нужное изделие.

На выставке electronica 2018 мы представили ряд перспективных продуктов компании, в частности новые модули семейства StingRay. Эти устройства преобразуют радиочастотный сигнал в оптический сигнал и передают его по одномодовому оптоволокну, например, от спутниковой антенны в помещение с приемной аппаратурой на десятки километров. Предусмотрены также опции с дальностью передачи до сотен километров.

В семействе StingRay предлагается два типа модулей: CWDM и DWDM. CWDM-модули обеспечивают дальность до 50 км, передавая до восьми оптических сигналов по одному оптоволоконному кабелю. DWDM-модули передают до 40 сигналов по одному оптоволоконному кабелю на расстояние до 500 км с использованием оптического усиления. Кроме модулей для установки в 19-дюймовые стойки, в серии StingRay предлагаются также компактные решения для таких приложений, как передача СВЧ-сигналов от индивидуальных антенн.

В состав семейства StingRay входят две серии: 100 и 200. Модули серии 100 выпускаются в шасси размером 1U и обеспечивают до 16 каналов передачи сигналов. В серии 200 предлагаются две опции: модули с двумя отдельными каналами (всего до 32-х линий) в 2U-шасси и модули со специальным портом  $-20$  дБ для мониторинга передаваемого сигнала.

В стандартном исполнении модули серий 100 и 200 обеспечивают каналы с автоматической регулировкой усиления и автоматической оптимизацией характеристик канала или каналы с широким динамическим диапазоном и фиксированным усилением для входной мощности до  $+6$  дБм. Если на основе модулей StingRay нужно решение повышенной надежности, то для наших заказчиков доступны системы с резервированием  $1+1$  и  $4+1/4+2$ .

Один из наиболее крупных классов устройств, предлагаемых ETL Systems, – пассивные делители/сумматоры мощности L-диапазона (850–2150 МГц). Изделия с числом каналов от двух до 16 и сопротивлением 50 или 75 Ом выпускаются с разъемами разных типов: BNC, SMA, N-типа и др. Устройства характеризуются



Пассивные делители / сумматоры мощности ODU-2562 и ODU-2502

низкими вносимыми потерями, очень малыми значениями амплитудного дисбаланса и стабильными параметрами в диапазоне температур.

В этой категории продуктов на нашем стенде представлены 2-канальные пассивные делители / сумматоры мощности серии ETL-2500: ODU-2562 и ODU-2502. Устройства выпускаются в устойчивом к атмосферным воздействиям исполнении IP67.

Особенность этих и многих других продуктов, предлагаемых ETL Systems, – возможность пропускать или блокировать сигналы постоянного тока и сигналов с частотой 10 МГц, что позволяет осуществлять питание взаимосвязанных компонентов и пропускать сигналы опорной частоты. Типичные области применения пассивных делителей / сумматоров мощности ODU-2562 и ODU-2502: телекоммуникационная инфраструктура, оборудование спутниковых систем связи, каналы радиосвязи, контрольно-измерительное оборудование, оборудование для GPS- / GNSS-систем.

Компания предлагает также прецизионные элементы СВЧ волноводных трактов, рассчитанные на частоту до 40 ГГц, в частности адаптеры для перехода

с волновода на коаксиальный кабель, нагрузки, ответвители, переключки, элементы с несколькими поворотами и изгибами. На нашем стенде представлены примеры элементов волноводных трактов, выпускаемых ETL Systems.

Наряду с этим компания предоставляет фильтры, преобразователи частоты, аттенюаторы, циркуляторы, вентили, ВЧ-переключатели, эквалайзеры, мультиплексоры, трансформаторы сопротивлений, генераторы сигналов с частотой 10 МГц, источники питания. Предлагаются специализированные компоненты для спутникового оборудования VSAT.

Если говорить о текущем состоянии российского рынка, то за последние пару лет мы заметили повышение спроса на волноводную продукцию и СВЧ-фильтры. Расширение нашего предложения в России за счет дополнения продуктовой линейки этими изделиями обеспечило новые возможности для бизнеса. Когда российские предприятия стали испытывать трудности с поставками этих изделий из США из-за текущей политической ситуации, они обратились к нам с заказами на аналогичную продукцию. В результате объем наших поставок на российский рынок увеличился.

В России мы работаем около 15 лет, сотрудничаем с рядом системных интеграторов и торговых партнеров. Среди наших заказчиков такие предприятия, как ФГУП «Космическая связь» (Russian Satellite Communications Company) и «Газпром». Наш представитель в России – ООО «Аврэкс».

*На стр. 38 использовано фото с сайта <https://electronica.media.messe-muenchen.de/>*