

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Test & Measuring Instruments and Systems

декабрь 2020

Новинки года для лаборатории и производства



APS-4215



ADM-4086



АКТАКОМ
ТОЧНО | НАДЕЖНО | ДОСТУПНО



AM-3128



ASE-3106



AMM-1014

В 2021 году встречайте наш журнал в цифровом формате!



НОВЫЕ ПЛАНШЕТНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ СЕРИИ ADS-41XX

Новинка!



- ✓ 2 или 4 канала с полосой пропускания до 150 МГц
- ✓ Скорость захвата осциллограмм до 80000 осц/с
- ✓ Большой сенсорный дисплей и традиционные органы управления
- ✓ Декодирование протоколов последовательных шин
- ✓ Перезаряжаемая батарея для работы в «полевых» условиях
- ✓ Интерфейсы для подключения к ПК и периферийным устройствам

	ADS-4142	ADS-4144	ADS-4155
Количество каналов	2	4	2
Полоса пропускания	100 МГц		150 МГц
Макс. дискретизация	1 Гвыб/с		
Макс. память	28 М точек		
Гориз. развертка	2 нс/дел... 1000 с/дел		
Верт. отклонение	500 мкВ/дел... 5 В/дел		
Тип запуска	Фронт, импульс, видео, скорость нарастания, задержка, логический шаблон, N фронт, рант UART, I ² C, SPI, CAN, LIN, MIL-1553B, ARINC429		



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
 Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
 Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ
 ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

Главный редактор (Editor-in-Chief)

Александр Афонский (Alexander Afonskiy)

Учредители (Founders)

МГТУ им. Н.Э.Баумана**(MSTU named after N.E. Bauman)****РОСТЕСТ-Москва (ROSTEST-Moscow)****ВНИИФТРИ (VNIIFTRI)****ООО «ЭЛИКС+» (ELIKS+ Ltd.)**

Редакционная коллегия (Editorial Board)

Александр Афонский (Alexander Afonskiy)**Татьяна Афонская (Tatiana Afonskaya)****Александр Черников (Alexander Chernikov)**

Заместитель главного редактора

(Deputy Editor-in-Chief)

Татьяна Афонская (Tatiana Afonskaya)

Издательство ООО «ЭЛИКС+»

Журнал зарегистрирован

в Комитете РФ по печати.

Свидетельство о регистрации

№015442 от 25 ноября 1996 г.

This magazine has been registered at
the Russian Federation Press Committee.
Reg. №015442 granted 25th November 1996.

Подписные индексы по каталогу
Агентства «Урал-Пресс» — 80113, 81945.

Адрес редакции:

115211 г. Москва, Каширское ш., 57-5.

Телефон/факс: (495) 344-99-21

E-mail: editor@kipis.ru

Интернет: www.kipis.ru, www.tmi-s.com

По информационным материалам,
опубликованным в журнале,
редакция дает справки.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации,
опубликованной в рекламных объявлениях.

Мнение редакции не всегда совпадает
с точкой зрения авторов.

При перепечатке ссылка на журнал
«КИПИС» обязательна.

Отпечатано в типографии

ООО «Пионер».

© «КИПИС», 2020 Цена свободная

Уважаемые читатели!

С 1996 года мы были рядом с Вами! 24 года Вы получали наш журнал, открывали конверт и доставали красочное, пахнущее свежей типографской краской, издание. Теперь, мы сможем предложить КИПИС только в цифровом формате. Многочисленные издательства ежегодно сообщают о том, что прекращают печать на бумаге. Первым был всемирноизвестный «Playboy», в декабре 2009 года журнал сократил график публикаций до 10 выпусков в год, а в марте 2020 года Бен Кон, генеральный директор Playboy Enterprises, объявил, что выпуск весны 2020 года будет последним регулярно планируемым печатным выпуском и теперь журнал будет публиковать свой контент только в Интернете. Решение о закрытии печатного издания отчасти было связано с пандемией COVID-19, которая помешала его распространению. Один из любимых россиянами журнал «Вокруг света», основанный в Санкт-Петербурге в 1861 году, в начале декабря 2020 объявил о том, что выход печатной версии издания приостановлен на неопределенный срок, также в связи с коронавирусом.

Самый значимый в области измерительной техники журнал «Test & Measurement World» издавался с 1981 и в 2013 году перестал выходить в бумажной версии, сразу же после того, как назвал российский источник питания АКТАКОМ APS-73xxL победителем в номинациях «Power Supply» и «TEST PRODUCT OF THE YEAR» конкурса Best-in-Test 2013.

Буквально на днях Президент РФ В.В. Путин упразднил Роспечать и передал ее функции в Минцифру. Что ж, пора и нам переходить в цифру. Не волнуйтесь! Журнал будет жить и Вы, как обычно, получите свой свежий номер, но теперь в электронном виде на сайте www.kipis.ru. Кроме того, наши статьи разбредутся по просторам интернета, ищите их в instagram, на youtube, yandex-zen, yandex-k, telegram, twitter и др. И, хотя мы уходим из печатного формата (Сбережем леса!), новый уровень позволит нашему журналу стать современным электронным ресурсом, идущим в ногу со временем.

С уважением, Главный редактор Александр Афонский

**Dear readers!**

Since 1996 we have been by your side! During the last 24 years you received our magazine, opened an envelope and took out a colorful, smelling of fresh printing ink, issue. From now on we can offer KIPIS in the digital format only. Numerous publishers report annually that they stop printing on paper. The first one was the world famous «Playboy». In December 2009 the magazine reduced its publication schedule to 10 issues per year, while in March 2020 Ben Cohn, CEO of Playboy Enterprises, announced that the spring 2020 release would be the last regularly scheduled printed issue and since then the magazine would only appear online. The decision to close the print publication was partly caused by the COVID-19 pandemic, which blocked its distribution. One of Russians' favorite magazines, «Vokrug Sveta», founded in St. Petersburg in 1861, announced in early December 2020 that the publication of the magazine's hard copy was suspended for an indefinite period, also due to the COVID-19.

The most significant publication in the field of the measurement equipment, «Test & Measurement World» magazine has been published since 1981 and in the year 2013 stopped to be published as a hard copy, immediately after it acclaimed the Russian power supply AKTAKOM APS-73xxL the winner in the categories «Power Supply» and «TEST PRODUCT OF THE YEAR» of the Best-in-Test 2013.

Just recently the Russian President Vladimir Putin closed down Rospechat and transferred its functions to the Ministry of Digital Development. Well, it's time for us too to go digital. Don't worry! The magazine will survive and you, as usually, will get your fresh issue, but now in the electronic form on the website www.kipis.ru. Besides that you can find our articles in the Internet, just browse instagram, youtube, yandex-zen, yandex-k, telegram, twitter, and others. We believe that moving away from the hard-copy version (Let's save the forests!) will allow our magazine to become a modern up-to-date electronic resource.

Best regards, Alexander Afonskiy, Editor-in-Chief

Содержание**Contents**

Новости от Keysight Technologies, Rigol Technologies, Rohde & Schwarz, Tektronix и др.	4	News from Keysight Technologies, Rigol Technologies, Rohde & Schwarz, Tektronix and others
RLC-метр AM-3128 — новые технологии измерений АКТАКОМ	7	AM-3128 RLC meter — new measurement technologies by AKTAKOM
Теория и практика тестирования и отладки устройств USB 2.0 Сураб Даз	10	Understanding and performing USB 2.0 electrical testing and debug Sourabh Das
Решения Keysight Technologies для тестирования и оценки средств РЭБ	15	Keysight Technologies electronic warfare test and evaluation solutions
Итоги первой онлайн-выставки electronica 2020 Александр Афонский, Татьяна Афонская, Мария Боровская	21	Final report on the first online exhibition electronica 2020 Alexander Afonskiy, Tatiana Afonskaya, Maria Borovskaya
Новые даты, новый формат и новые тенденции. А вы готовы к CES 2021? Александр Афонский, Татьяна Афонская, Мария Боровская	27	New dates, new format and new trends. Are you ready for CES 2021? Alexander Afonskiy, Tatiana Afonskaya, Maria Borovskaya
Математическая теория измерительных задач: приложения. ГОСТ Р 58771–2019 — шаг вперед или два шага назад для ISO/IEC 17025–2019 Левин С.Ф.	32	Mathematical theory of measurement problems: applications. GOST R 58771–2019 — one-step forward or to steps back for ISO/IEC 17025–2019 S. Levin

На первой странице обложки:

В уходящем 2020 году АКТАКОМ представил множество новинок для лаборатории и производства.

On the first page of the cover:

In the outgoing 2020 AKTAKOM introduced many new products for laboratory and production.

НОВЫЙ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

Компания **Rigol Technologies** представила новый двухканальный комбинированный осциллограф *MSO5152-E* с полосой пропускания 150 МГц и максимальной частотой дискретизации 4 Гвыб/с (2 Гвыб/с на каждый канал). Скорость захвата осциллограмм у данной модели составляет свыше 300000 осц/с. Приборы серии *MSO5000-E* представляют собой упрощенную версию популярной серии осциллографов *Rigol MSO5000*.



RIGOL

Осциллограф *MSO5152-E* построен на разработанном в компании *Rigol* процессоре «Phoenix» с использованием новейшей технологии *Ultravision II*, что позволило добиться непревзойденной для осциллографов данного класса производительности, но, в отличие от серии *MSO5000*, у нового осциллографа меньше глубина записи, частота дискретизации, скорость захвата осциллограмм, а также отсутствует возможность увеличения количества каналов.

MSO5152-E может объединять в одном корпусе до семи измерительных приборов: цифровой осциллограф, 16-канальный логический анализатор, одноканальный генератор сигналов, анализатор спектра, цифровой вольтметр, 6-разрядный частотомер и анализатор протоколов.

Кроме того, он позволяет строить диаграммы Боде (логарифмические амплитудно-фазовые частотные характеристики), что позволяет превратить прибор в измеритель АЧХ.

В осциллографе *MSO5152-E* используется сенсорный дисплей размером 9" с разрешением 1024×600 точек, который позволяет управлять прибором и проводить измерения при помощи касаний и жестов. Наличие сенсорного дисплея открыло возможность применения еще одной нужной и интересной новинке — зональному триггеру. Такой тип триггера очень удобен при отладке сложных сигналов. При его использовании пользователь выделяет (рисует) на сигнале одну или две прямоугольные области по событиям, в которых требуется произвести запуск. Зональный триггер может работать с другими 20 типами триггеров, и также поддерживает декодирование, запись формы сигнала и результатов теста «Годен / Не годен».

www.irit.ru

НОВАЯ СЕРИЯ ДВУХКАНАЛЬНЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ ЭКОНОМ-КЛАССА

Компания **Tektronix, Inc.** сообщила о расширении семейства осциллографов эконом-класса. Компанией была представлена новая серия двухканальных осциллографов *TBS1000C*, включающая четыре модели с полосой пропускания 50 МГц, 70 МГц, 100 МГц и 200 МГц. Технические особенности осциллографов в сочетании с их низкой стоимостью сделали эту серию настоящим открытием для учебных заведений, инженеров-разработчиков встроенных систем, а также энтузиастов-любителей электронной техники.

Цифровые осциллографы серии *TBS1000C* имеют частоту дискретизации 1 Гвыб/с, длину записи 20 тыс. точек и обеспечивают запуск по фронту, импульсу, рангу. Среди других возможностей стоит отметить: 32 типа автоматических измерений, экран FFT (БПФ) с двумя окнами для одновременного просмотра сигналов во временной и частотной областях, частотомер сигналов запуска, функции панорамирования и масштабирования, многоязычный интерфейс пользователя с поддержкой 10 языков. В этих приборах применен цветной дисплей WVGA с диагональю 7 дюймов и 15 делениями по вертикали. Кроме того, в них отсутствует вентилятор, что существенно снижает уровень шума при эксплуатации.



Tektronix

Осциллографы *Tektronix* новой серии *TBS1000C* будут полезны также студентам и начинающим радиолюбителям. Во встроенном в осциллограф руководстве представлены инструкции по эксплуатации и основные сведения о приборе, а система *HelpEverywhere* выдает пользователям полезные экранные подсказки. Также, в этих приборах имеется встроенная функция обучающих курсов, обеспечивающая просмотр инструкций к лабораторным работам на экране. Кроме того, функции автонастройки, курсорных и автоматических измерений можно отключить, чтобы преподаватели могли обучить студентов основным принципам работы с прибором.

www.tek.com

НОВАЯ СЕРИЯ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

Компания **Keysight Technologies, Inc.** объявила о начале продаж новейшего 8-канального осциллографа *Infiniium* новой серии *EXR*. Мощные, удобные и простые в использовании осциллографы

новой серии представляют собой ограниченную (упрощенную) версию осциллографов *Keysight Infiniium* серии *MXR*.

Осциллографы *Infiniium* серии *MXR* и *EXR* сочетают в себе функциональность нескольких приборов, объединенных на одной платформе. Это обеспечивает повышение производительности инженерного труда и максимальное удобство применения осциллографа. На обеих платформах установлены передовые программные решения и функции, которые позволяют упростить процесс настройки, поддерживают задачи измерений, а также предоставляют возможность ведения совместной дистанционной работы.



**KEYSIGHT
TECHNOLOGIES**

Осциллографы *Infiniium* серии *EXR* и *MXR* оснащены новейшими специализированными ИС, которые обеспечивают работу 7 интегрированных программных решений, в том числе осциллографа, цифрового вольтметра (ЦВМ), генератора сигналов специальной формы, построителя кривых Боде, счетчиков, анализатора протоколов и логического анализатора. Устройства серии *EXR* поддерживают одновременную работу до 8 аналоговых каналов на частоте 2,5 ГГц и 16 независимых цифровых каналов.

Основные характеристики устройств *Infiniium* серии *EXR*:

- увеличение полосы пропускания позволяет разработчикам работать с большим количеством аналоговых и цифровых каналов одновременно;
- возможность модификации количества каналов от 4 до 8, диапазон от 500 МГц до 2,5 ГГц и функциональность 7 полноценных устройств в одном легком настольном исполнении;
- сокращение временных затрат на устранение случайных ошибок и значительная оптимизация рабочего процесса тестирования, функция дистанционной совместной работы инженеров для быстрого перехода от поиска первопричин к решению проблемы позволяют снизить трудозатраты и время проектирования до выпуска продукции на рынок;
- одновременное использование 8 аналоговых и 16 цифровых каналов позволяет пользователям проводить качественный мониторинг и анализ сложных взаимодействий сигналов,

получая максимальное количество информации о своих проектах;

- программное обеспечение для совместной дистанционной работы PathWave Infiniium Offline Analysis предназначено для использования группами проектировщиков, это позволяет проводить расширенный анализ и обработку данных, полученных в результате измерений на стенде, повышая эффективность его использования.

www.keysight.com

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ДЕТЕКТОР ОШИБОК

Корпорация Anritsu реализовала функции упреждающей коррекции ошибок (FEC) с перехватом символов и анализа сигнала с построением U-образной кривой на своем детекторе ошибок в сигналах с модуляцией PAM4 на скорости 116 Гбит/с типа MU196040B, что расширяет возможности разработчиков устройств 400-GbE и 800-GbE.

Эти функции внедряются во флагманский анализатор качества сигнала Anritsu серии MP1900A и доступны для загрузки с веб-сайта прибора.

Компания Anritsu добавила в свой анализатор MP1900A две новые функции: перехват символов при FEC-коррекции для анализа работы сетевых элементов на основе FEC и анализ PAM4 с построением U-образной кривой.



Anritsu

Возможности модульного анализатора MP1900A с установленной на нем ОС Windows 10 легко расширяются. Наряду с поддержкой сетей 400-GbE и 800-GbE с модуляцией PAM4 это лучший на рынке измеритель коэффициента битовых ошибок (BERT) для различных высокоскоростных интерфейсов, в том числе PCI Express Gen5 и USB4, дополняемый широкой линейкой модулей и прикладного ПО.

Помимо более точного измерения коэффициента битовых ошибок (BER), анализатор MP1900A помогает ускорить разработку высокоскоростных устройств и приемопередатчиков.

www.anritsu.com

НОВЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ФУНКЦИЕЙ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗАТОРА

Компания Rigol Technologies расширила ассортимент анализаторов спектра реального времени. В модельном ряду Rigol появились анализаторы спектра се-



RIGOL



рий RSA3000 и RSA5000 со встроенным КСВН-мостом: RSA3015N, RSA3030N, RSA3045N, RSA5032N и RSA5065N с диапазоном частот до 1,5 ГГц, 3,0 ГГц, 4,5 ГГц, 3,2 ГГц и 6,5 ГГц соответственно.

Наличие встроенного трекинг-генератора и КСВН-моста позволяет использовать их в качестве векторных анализаторов цепей для измерения таких параметров радиоэлектронных устройств, как: коэффициент отражения (S11), коэффициент передачи (S21) и расстояние до неоднородности (DTF).

Новые анализаторы спектра Rigol RSA3000N и RSA5000N объединяют в одном корпусе анализатор спектра (GPSA), анализатор спектра реального времени (RTSA) и векторный анализатор (VNA). Эти приборы обеспечивают полосу анализа в реальном времени до 10 МГц (RSA3000N) и 25 МГц (RSA5000N), которая может быть увеличена до 40 МГц (опция). В этих анализаторах спектра доступны 7 режимов визуализации: Normal (Обычный спектр), Density (Спектральная плотность), Spectrogram (Спектрограмма), Power versus Time (PvT — Распределение мощности во времени), PVT & Normal, PVT & Spectrogram, Density & Spectrogram.

Для удобства управления в анализаторах спектра RSA3000N и RSA5000N применен большой сенсорный дисплей с разрешением 1024×600 точек. Кроме того, в приборах имеются интерфейсы USB и LAN для дистанционного управления, а также HDMI.

www.irit.ru

ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБНИКИ С ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ

Компания Tektronix, Inc. сообщила о выпуске второго поколения осциллографических пробников с гальванической развязкой IsoVu™ — серии TIVP, которая значительно расширяет возможности этих революционных пробников, впервые представленных в 2016 г. Проб-

ники IsoVu™ второго поколения отличаются меньшими размерами, простотой использования и улучшенными электрическими характеристиками. Они расширяют сферу применения измерений с гальванической развязкой на весь рынок проектирования систем питания.

Выполнить точные измерения в высокоскоростных незаземленных схемах с помощью традиционных дифференциальных пробников практически невозможно. Инженеры, работающие с полупроводниковыми приборами на основе материалов с широкой запрещенной зоной, таких как карбид кремния (SiC) и нитрид галлия (GaN), сталкиваются с трудностями при измерении характеристик устройств в связи с более высокими рабочими частотами и скоростями переключения. Обеспечивая гальваническую развязку от осциллографа, пробники IsoVu полностью изменяют подход исследователей и разработчиков к измерениям характеристик полупроводниковых приборов с широкой запрещенной зоной.



Как и первое поколение, новые пробники IsoVu Gen 2 используют запатентованные оптоэлектронные технологии для захвата сигналов и питания собственной схемы без необходимости электрического подключения к осциллографу. По сравнению с традиционными высоковольтными дифференциальными пробниками, IsoVu обеспечивают уникальное сочетание возможности работы на более высоких частотах, широкого динамического диапазона и лучшего в своем классе коэффициента подавления синфазного сигнала (CMRR) во всей полосе пропускания. Значение CMRR пробников без гальванической развязки быстро снижается по мере увеличения частоты, делая высокочастотные измерения невозможными. Применение оптических кабелей позволяет использовать соединения большей длины и обеспечивает надежную защиту измеряемых сигналов от ЭМ помех.

Опираясь на успех оригинальной серии IsoVu, пробники IsoVu второго поколения предлагают впечатляющий набор усовершенствований и улучшений. Пробники серии TIVP примерно на 20% меньше своих предшественников, что обеспечивает возможность измерений в точках, которые ранее были недоступны. Кроме

того, отдельный блок контроллера был уменьшен в размерах и теперь находится внутри блока компенсации пробника.

Новые пробники более чувствительны. Они обладают меньшим уровнем шума при напряжении ± 150 В, что обеспечивает лучшую чувствительность по напряжению при измерениях характеристик полупроводниковых приборов с широкой запрещенной полосой.

Новые пробники обеспечивают повышенную точность измерений благодаря меньшей погрешности по постоянному напряжению, погрешности усиления во всем входном диапазоне, и улучшенной коррекции температурного дрейфа. Эти усовершенствования позволяют более глубоко исследовать схемы с полупроводниковыми приборами с широкой запрещенной зоной с целью повышения энергоэффективности разработок.

Благодаря более широкому динамическому диапазону головки, новому пробнику требуется меньше сменных наконечников для перекрытия всего диапазона напряжения, чем IsoVu первого поколения. Это сокращает время, необходимое для тестирования устройств, устраняет потенциальные ошибки при смене наконечников и снижает расходы для клиентов, которым раньше необходимо было приобрести несколько наконечников на IsoVu первого поколения.

www.tek.com

НОВЫЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Компания Keysight Technologies, Inc. выпустила первый генератор сигналов произвольной формы с частотой дискретизации 256 Гвыб/с и аналоговой полосой частот 65 ГГц, выполненный в виде компактного модуля AXIe высотой в 2 слота — модель M8199A.

Растущий спрос на повышенную скорость передачи данных в телекоммуникационных системах и ЦОД доводит скорость до уровней, которых невозможно достичь с учетом физических ограничений современных средств тестирования. Увеличение скорости до теоретических пределов и удовлетворение потребностей в технологиях передачи данных следующего поколения требовало творческого подхода.

Компания Keysight подошла к решению этой задачи, сконцентрировавшись на требованиях инженеров, работающих с самыми быстрыми и сложными сигналами, какие только возможны в данной отрасли. В результате Keysight Labs разработала новую специализированную интегральную схему цифро-аналогового преобразователя (ЦАП-ASIC), которая превращает данные памяти в аналоговый сигнал. Кроме того, компания создала новый метод монтажа, в котором не используется радиочастотная пайка чувствительных компонентов, установив РЧ-соединитель на ЦАП-ASIC. Такое решение предотвращает ухудшение сиг-

налов, что в сочетании с новой революционной технологией усилителя обеспечивает высокую скорость и качество выходных сигналов с плавным спадом частотной характеристики.

Эти новые компоненты позволили создать первый в отрасли генератор сигналов произвольной формы, который поддерживает частоту дискретизации 256 Гвыб/с и имеет полезную полосу частот 65 ГГц, которую можно повысить до 80 ГГц.



KEYSIGHT
TECHNOLOGIES

Новый генератор сигналов произвольной формы M8199A от Keysight с частотой дискретизации 256 Гвыб/с обеспечивает инженеров-исследователей высокоэффективным источником произвольных сигналов, позволяя разрабатывать решения, выходящие за рамки текущих ограничений. Для преодоления трудностей, связанных с разработкой передовых решений в отрасли — будь то тестирование дискретных компонентов оптических систем когерентной передачи или эксперименты с терабитными технологиями передачи для ЦОД — инженерам необходима высокая частота выборки в сочетании с широкой полосой пропускания, точностью и гибкостью.

Генератор сигналов произвольной формы M8199A от Keysight расширяет доступную на рынке полосу частот по меньшей мере на 50 процентов и обеспечивает частоту дискретизации 256 Гвыб/с — это вдвое выше, чем у любого другого AWG, доступного сегодня. Это позволяет инженерам-исследователям быстро разрабатывать усовершенствованные компоненты для терабитных систем передачи.

www.keysight.com

ДВЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ RONDE & SCHWARZ ВКЛЮЧЕНЫ В ГОСРЕЕСТР

В Государственный Реестр средств измерений внесены две модели анализатора цепей среднего класса Rohde & Schwarz ZNB40 с частотным диапазоном от 100 кГц до 40 ГГц, 2 либо 4 порта (но-



RONDE & SCHWARZ

мер в Госреестре — 79336-20). До настоящего момента в реестре СИ находилась только одна модель с частотным диапазоном до 40 ГГц и двумя портами.

Модели анализаторов цепей ZNB отличаются высокой скоростью измерения, превосходной точностью и исключительным удобством эксплуатации.

Анализаторы цепей R&S ZNB обеспечивают диапазон частот от 9 кГц до 40 ГГц, имеют широкий динамический диапазон (до 140 дБ), малое время развертки (например, 4 мс для 401 точки), высокую температурную стабильность (0,01 дБ/°С).

www.rohde-schwarz.com

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ФУНКЦИЕЙ РАСШИРЕННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НЕСКОЛЬКИХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

Компания Tektronix, Inc. представила новую функцию для своего ПО TekScope PC, сделав его самым современным и наиболее совершенным программным обеспечением для анализа сигналов на рынке контрольно-измерительного оборудования. ПО TekScope PC с расширенным анализом данных нескольких осциллографов позволяет удаленно просматривать и анализировать данные 32 каналов нескольких осциллографов одновременно через один интерфейс, что повышает эффективность анализа.

Компания Tektronix ускорила разработку TekScope, поскольку глобальная пандемия COVID-19 радикально изменила условия работы инженеров. Так как многие инженеры перестали работать непосредственно в лабораториях, новая функция анализа данных с нескольких осциллографов позволяет им эффективно обрабатывать, анализировать и обмениваться данными без необходимости находиться рядом с осциллографом или исследуемым устройством.

Данная функция позволяет удаленно управлять настройками сбора данных на всех осциллографах одновременно без необходимости настраивать каждый прибор отдельно. Клиентам было нужно решение с высоким разрешением, способное обнаруживать очень быстрые глитчи во многих каналах одновременно. Функция анализа данных нескольких осциллографов в ПО TekScope решает эту проблему.

ПО TekScope совместимо с данными, полученными от любых осциллографов Tektronix. Возможно удаленное соединение с осциллографами смешанных сигналов Tektronix серий 4/5/6, низкопрофильными осциллографами Tektronix серий 5/6, осциллографами Tektronix серии DPO 70000C, 70000SX и 70000DX, а также лабораторными осциллографами TBS 1000 и TBS 2000. При этом пользователи могут в режиме реального времени извлекать данные из осциллографов в ПО TekScope PC и проводить последующий анализ в локальном режиме, исследуя 32 канала вместе.

www.tek.com

RLC-МЕТР АМ-3128 – НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЙ АКТАКОМ

AM-3128 RLC METER – NEW MEASUREMENT TECHNOLOGIES BY АКТАКОМ

Одна из традиций нашего журнала — знакомить читателей с новинками измерительных приборов. В наших обзорах участвуют и высокотехнологичные, дорогие приборы, «интеллект» которых не предполагает использовать их в рутинных каждодневных операциях, и приборы «на каждый день», эксплуатационные характеристики и стоимость которых позволяют их массово использовать на производственных линиях и в небольших малобюджетных предприятиях.

И если приборы «hi-end» класса многим читателям интересны только как инженерный триумф разработчиков, то последние вызывают повышенный интерес у большого числа читателей с точки зрения практического применения.



Рис. 1. Измеритель RLC АКТАКОМ AM-3128

В прошлом номере мы рассказали о новых ручных мультиметрах АКТАКОМ. Читая обзор, в голову приходит мысль о неизбежности эволюции — сегодня даже приборы средней ценовой категории имеют «на борту» такой набор функций, который еще 5-7 лет назад отличал продвинутое профессиональные устройства, а появляющиеся



новинки заставляют по-другому оценивать приборы бюджетной категории.

В данном обзоре мы представляем новый ручной измеритель RLC, или, по-другому, измеритель иммитанса, АКТАКОМ AM-3128.



Рис. 2. Ручные измерители RLC АКТАКОМ: AM-3123, AM-3125, AMM-3035, AMM-3142, AMM-3320 и AM-3128

Измеритель RLC АКТАКОМ AM-3128 по размеру и внешнему виду напоминает обычный мультиметр, с контрастным цветным дисплеем, встроенным аккумулятором и возможностью 2-, 3- и 5-проводных измерений. Этот прибор является ярким примером «эволюционного» развития линейки ручных RLC-метров — при весьма средней цене прибор имеет технические характеристики и функциональность, сопоставимую с аналогичными приборами высшего ценового диапазона.

КОМПАКТНЫЕ (РУЧНЫЕ) ИЗМЕРИТЕЛИ RLC АКТАКОМ

В линейке ручных измерителей RLC-компонентов АКТАКОМ есть несколько моделей (рис. 2), полностью перекрывающих потребности рынка как в ценовом, так и в функциональном сегменте. Не было только модели, которая удовлетворяла бы

компромиссу — хорошие характеристики за «хорошие» деньги, вот прибор AM-3128 и призван восполнить этот пробел.

Основные характеристики приборов приведены в таблице.

Из таблицы видно, что измеритель AM-3128 по своим метрологическим характеристикам практически не отличается от своих старших братьев AM-3123 и AM-3125, при-

мерно те же диапазоны измерений, такая же базовая погрешность в 0,25%, такие же основные функции. Но по комплектации и некоторым параметрам (по абсолютной погрешности в некоторых диапазонах, разрядности дисплея, возможности связи с компьютером) прибор немного «не дотягивает» до верхней планки, хотя и имеет дополнительные возможности, например, режим относительных измерений, 3 скорости измерений, 2 уровня тестового сигнала — 0,3 и 0,6 В_{свз} и другие.

ИЗМЕРИТЕЛЬ RLC AM-3128

Измеритель RLC AM-3128 предназначен для измерения сопротивления, индуктивности, емкости, полного сопротивления, эквивалентного последовательного сопротивления (ESR), тангенса угла диэлектрических потерь, добротности и фазового угла.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ RLC АКТАКОМ

Параметр	AM-3123	AM-3125	AMM-3035	AMM-3142	AMM-3320	AM-3128
Тестовая частота	100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц	100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц	100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц	100 Гц, 1 кГц	100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц	100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 40 кГц, 100 кГц
Напряжение тестового сигнала	0,6 В _{свз}	0,6 В _{свз}	0,6 В _{свз}	1,5 мВ, 15 мВ, 150 мВ	0,6 В _{свз}	0,3, 0,6 В _{свз}
Базовая погрешность	±0,25%	±0,25%	±0,5%	±1%	±0,3%	±0,25%
Сопротивление	0,4 Ом...10 МОм	0,4 Ом...10 МОм	20 Ом...200 МОм	—	20 Ом...200 МОм	0,4 Ом...20 МОм
Полное сопротивление	10 МОм	10 МОм	нет	—	—	20 МОм
Измерение сопротивления на постоянном / переменном токе	— / ✓	— / ✓	✓ / —	—	✓ / —	— / ✓
Емкость	4 пФ...20 мФ	4 пФ...20 мФ	200 пФ...20 мФ	2 нФ...1000 мкФ	4 пФ...20 мФ	4 пФ...20 мФ
Индуктивность	4 мкГн...1000 Гн	4 мкГн...1000 Гн	20 мкГн...20 кГн	2 мГн...20 Гн	20 мкГн...20 кГн	4 мкГн...1000 Гн
Тангенс угла потерь (D)	✓	✓	✓	—	✓	✓
Добротность (Q)	✓	✓	✓	—	✓	✓
Фазовый угол (θ)	✓	✓	✓	—	✓	✓

Прибор осуществляет измерения на нескольких фиксированных рабочих частотах, с уровнем тестового сигнала 0,6 В_{экс} и 0,3 В_{экс}. Предусмотрена сортировка по допускам, режим регистрации показаний для измерения нестабильных параметров, а также удержание данных и одновременное отображение на дисплее двух измеряемых параметров. Функция автоматического выбора диапазона и распознавания компонента позволяет быстро отображать результат измерения и автоматически выбирать параметры тестирования в зависимости от свойств тестируемых элементов. Открытая и короткозамкнутая калибровка обеспечивают повышенную точность и компенсируют погрешности от собственного сопротивления измерительных выводов.

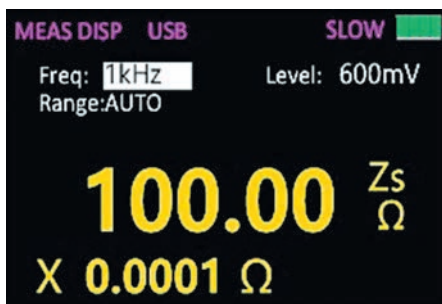


Рис. 3. Дисплей AM-3128

Форм-фактор AM-3128 (рис. 1) стал уже традиционным для ручных приборов такого типа, кнопочное управление незамысловато, практически каждая функ-



Рис. 4. Разъемы для подключения измерительных проводов

ция или параметр вызывается отдельной кнопкой, быстрое перемещение по полям дисплея и установка значений осуществляются крупными навигационными клавишами в центре передней панели. В некоторых клавишах предусмотрен вызов дополнительных функций — при длительном, более 2 с, нажатии включается дополнительная функция. Например, при кратковременном нажатии кнопки удержания HOLD прибор «заморозит» значение на экране, но при длительном нажатии включится режим записи значений для функции фиксации максимальных или минимальных значений.

ДИСПЛЕЙ

Прибор имеет удобный жидкокристаллический 2,8-дюймовый дисплей (рис. 3) с TFT матрицей черного цвета с разрядностью 4¹/₂ в строке основного параметра. Несмотря на известные недостатки технологии TFT, экран прекрасно читается, изображение контрастное, а благодаря тому, что изображение «негативное» (светлые символы на черном поле), качество отображения не сильно меняется в зависимости от угла

обзора и освещенности. По сравнению с обычными LCD дисплеями экран в AM-3128 значительно удобней и информативней, особенно при ярком освещении.

ИЗМЕРЕНИЯ

Измерения можно производить как по 2-проводной схеме измерения (в комплект входят измерительные провода с зажимами типа «крокодил»), так и по 4-проводной схеме (рис. 4). Измерения по 4-проводной схеме проводятся так называемыми щупами Кельвина (рис. 5), применение которых значительно повышает точность полученного результата. В отличие от более дорогих приборов, у AM-3128 4-проводные щупы в комплектацию прибора не входят и приобретаются отдельно.

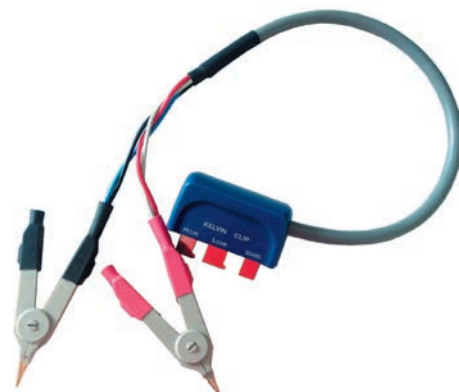


Рис. 5. 4-проводные щупы Кельвина

Как известно, из-за неидеальности характеристик и распределенных параметров, для улучшения результата измерения прибегают к использованию схем замещения, когда измеряемый элемент представляется цепочкой элементов с идеальными характеристиками, соединенными в определенной последовательности.

Эквивалентные схемы замещения

При разработке узлов и элементов радиотехнических изделий необходим точный расчет электрических схем, т.е. получение детальной количественной информации о процессах, протекающих в этой схеме. Однако, достоверно рассчитать произвольную схему практически невозможно, т.к. практически не существует математической модели расчета поведения реальных электронных компонентов и их взаимодействия при разных параметрах. Существуют экспериментально снятые зависимости и значения отдельных параметров при определенных условиях (частота сигнала и уровень сигнала, притекающие токи и т.д.), но создать единую точную формулу, описывающую характеристики компонентов практически невозможно.

Для описания и расчета используются схемы замещения, при которых реальные компоненты замещаются эквивалентными схемами, состоящими из определенного образом включенных активных сопротивлений и идеальных индуктивностей или емкостей.

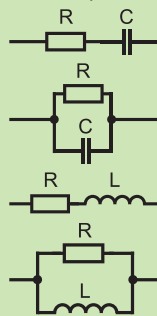
Так, например, реальный конденсатор представляется эквивалентной электрической схемой в виде идеальной емкости, последовательно или параллельно соединенной с активным сопротивлением, обусловленным потерями в исследуемом конденсаторе.

Потери в реальном конденсаторе определяют как тангенс угла потерь $\text{tg}\delta = R_3/X_3$, где R_3 — активная составляющая сопротивления схемы замещения, X_3 — реактивная составляющая схемы замещения конденсатора.

В этом случае для последовательной схемы включения ($R_3=R$) справедливо отношение $X_3=1/\omega C$ и $\text{tg}\delta=\omega CR$. Для параллельной схемы включения ($R_3\neq R$) формула тангенса угла потерь принимает вид $\text{tg}\delta=1/\omega CR$, где ω — циклическая частота, $\omega=2\pi f$.

Аналогично рассчитываются параметры индуктивностей — также рассматриваются схемы параллельного или последовательного соединения активной и реактивной составляющих компонента, только в отличие от тангенса угла потерь конденсатора, потери в катушках индуктивности определяются добротностью и вычисляются по формуле $Q=X_3/R_3$ и для последовательной схемы включения ($R_3=R$) формула будет иметь вид $Q=\omega L/R$, а для параллельной схемы замещения ($R_3\neq R$) добротность $Q=R/\omega L$.

По материалам Энциклопедии измерений (www.kipis.ru/info/)



Подробнее



Подробнее



Рис. 6. Назначение полей на экране прибора (пояснения в тексте)

Во врезке приведена краткая информация относительно определения вторичных параметров элементов и приведены формулы для расчета, из которых видно, что один и тот же элемент при различных схемах включения может показывать совершенно разные результаты. Выбор подходящего эквивалентного режима может улучшить результат измерения. В целом, последовательный режим больше подходит для элементов с низким импедансом (<100 Ом), а параллельный режим — для элементов с высоким импедансом (>10 кОм), для элементов с импедансом между двумя этими значениями эквива-

лентный режим не оказывает большого влияния на результат измерения, и можно применять любую схему замещения.

В приборе АМ-3128 возможен как автоматический выбор схемы замещения, так и ручной — нажатием кнопки AUTO/SER/PAL можно выбрать нужную эквивалентную схему, выбранный режим будет отображаться на дисплее в поле 1 (рис. 6).

Помимо выбора схемы замещения перед проведением измерений также необходимо выбрать частоту и уровень тестового сигнала, а также что будем измерять.

Почти все установки прибора имеют возможность автоматического выбора параметров (AUTO), но при необходимости выбор основного измеряемого параметра можно осуществить вручную, нажимая последовательно кнопку AUTO/R/C/L/Z до появления нужного символа на дисплее (например, символ Cs в поле 3 на рис. 6). Однако можно использовать режим AUTO, в этом случае прибор, оценивая импеданс элемента, сам установит подходящий эквивалентный режим (параллельный или последовательный), диапазон измерений и вторичный параметр измерения. Это удобно, когда приходится проводить измерения большого количества разнотипных или неизвестных элементов.



Рис. 7. Измерение индуктивности по 2-проводной схеме

Все установки тестового сигнала отображаются в поле 2 (рис. 6). Выбор значения тестовой частоты играет определяющую роль, так как из-за нелинейных и распределенных свойств компонентов значения, полученные на разных частотах, будут отличаться. Прибор позволяет использовать 6 фиксированных частот: 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 40 кГц, 100 кГц. Установка производится нажатием кнопки FREQ или подвинув навигационными кнопками подсвеченное маркером поле на дисплее в положение «Freq».

Аналогичным образом кнопкой LEVEL устанавливается необходимый уровень тестового сигнала (0,3 или 0,6 В), используется среднеквадратическое значение уровня.

Здесь же отображается и несколько дополнительных установок. Например, установка диапазона измерения производится автоматически, когда на дисплее

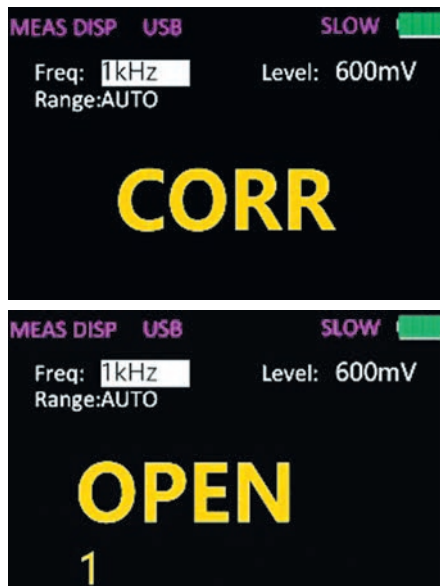


Рис. 8. Экран прибора при закрытой и открытой калибровке

отображается Range: AUTO, или можно выбрать кнопкой RANGE в ручном режиме фиксированные значения (100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм). Кроме того, отображается информация об используемом смещении Bias. Если установлен режим сортировки по допускам, то в поле 2 отображается установленное номинальное значение параметра Nom и предельное отклонение Tole 10%. Когда режим сортировки по допускам включен, прибор автоматически сравнивает результат измерения с ранее установленным эталонным значением Nom. При этом в углу экрана (поле 6 на рис. 6) отобразится результат сравнения и буква «P», если значение соответствует («PASS»), или «F» («FAIL»), если значение превышает эталонное.

При измерении динамичных (быстро или, наоборот, медленно изменяющихся значений) прибор нажатием кнопки SPEED позволяет установить три различных частоты измерений: FAST — быстро (4 раза в секунду), SPEED — стандартная скорость, установлена по умолчанию (2 раза в секунду) и SLOW — медленно (1 раз в секунду). Выбранная частота отображается в поле 5 (рис. 6). Это особенно удобно при работе прибора в режиме фиксации максимальных или минимальных значений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

Прибор имеет несколько дополнительных режимов и функций для удобства использования или повышения точности измерений.

Режим удержания показаний — очень



Рис. 9. Комплектация прибора

распространенная функция в измерительных приборах — при нажатии кнопки HOLD на экране сохраняется текущее значение. При этом продолжают измерения, но значения основного и дополнительного параметров на экране не обновляются. При включении режима удержания рядом с измеренным значением появляется символ «*», чтобы понимать, что это не измеряемое значение, а сохраненное на экране (поле 3 на рис. 6).

Режим относительных измерений — позволяет использовать текущее значение в качестве опорного, а все последующие измерения будут производиться относительно него.

Функция фиксации минимального, максимального или усредненного значения — если результат измерений характеризуется низкой стабильностью, удобно использовать режим записи данных, который можно включить длительным нажатием кнопки HOLD, предварительно установив частоту измерений кнопкой SPEED. Последовательно нажимая кнопку HOLD можно динамически просматривать максимальное, минимальное или усредненное значения в период пока включен этот режим.

Функция калибровки — калибровка (рис. 8) может снизить распределенную погрешность, вызванную измерительными проводами.

Доступны два вида калибровки — закрытая (короткозамкнутая) и открытая. Так, например, закрытая калибровка может снизить контактное сопротивление резисторов и измерительных щупов, а открытая калибровка может снизить влияние распределенных емкостей и сопротивлений при измерении элементов с высоким импедансом. Для проведения закрытой калибровки в комплекте прибора поставляется специальная пластина.

Питание прибора осуществляется от встроенной литиевой батареи 5 В, 2,6 А/ч, в комплекте поставляется зарядное устройство. Также в комплекте (рис. 9) поставляются соединительные провода для проведения измерений по 2-проводной схеме. Провода имеют с одной стороны изолированный штекер типа «банан», а с другой — изолированный зажим типа «крокодил».

Остается добавить, что измеритель RLC АКТАКОМ АМ-3128 — это современный прибор с прекрасными техническими характеристиками и возможностями, лучший в своем классе по соотношению «цена/качество», который будет полезен как в условиях производства, так и в других сферах радиотехнической практики. ☑

The current article describes new AKTAKOM AM-3128 hand-held RLC meter, provides a comparison with other hand-held AKTAKOM impedance meters of different price segments and describes additional functions and options of AM-3128. This article will be interesting for the engineering personnel of industrial enterprises and a wide range of radio amateurs.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ТЕСТИРОВАНИЯ И ОТЛАДКИ УСТРОЙСТВ USB 2.0

UNDERSTANDING AND PERFORMING USB 2.0 ELECTRICAL TESTING AND DEBUG

Сураб Даз (Sourabh Das), Tektronix

USB 2.0 продолжает оставаться одной из самых широко распространенных системных шин, используемых в разнообразных приложениях благодаря своей надежности, простоте использования и экономической эффективности. Несмотря на то, что это не самая быстрая версия USB со скоростью передачи данных до 480 Мбит/с, она применяется для решения огромного количества задач. Хотя формальное тестирование на соответствие стандартам обязательно выполняется во всех случаях, помимо этого для обеспечения надежной работы проводятся всесторонние электрические испытания и отладка. В данной статье рассматриваются основные тесты.

Новейшее испытательное оборудование значительно ускоряет процедуры тестирования, позволяя инженерам быстрее и точнее выполнять электрические испытания на соответствие, рекомендованные организацией USB-Implementers Forum, Inc. (USBIF), а затем быстро отлаживать свои разработки.

Безусловно, если разработчики устройств USB 2.0 хотят нанести логотип «сертифицировано USB-IF» на упаковку своих изделий, они должны надлежащим образом измерить характеристики и проверить соответствие отраслевым стандартам. Однако многие разработчики также полагаются на тестирование на соответствие стандартам для оценки характеристик и определения области устойчивой работы своих устройств.

ОСНОВЫ USB 2.0

Интерфейс USB 2.0 заменил USB 1.1 и включил в себя его спецификацию, которая определяет низкоскоростную (LS) и полноскоростную (FS) передачу данных. В версии USB 2.0 добавлена высокоскоростная (HS) передача. Устройства USB 2.0 могут быть

Tektronix

с автономным питанием (от собственного источника) или с питанием по шине (питание от хоста). Концентраторы и хосты могут подавать токи до 500 мА, а цепи питания поддерживают «горячее» подключение.

USB 2.0 представляет собой 4-проводную последовательную шину с линиями D- и D+, по которым информация передается в виде дифференциальных сигналов, а иногда и несимметричных сигналов. Подаваемое по линии VBUS напряжение имеет номинальное значение 5 В для питания устройств, которые должны получать его от хоста или концентратора. Линия GND является «землей».

С точки зрения тестирования важно понимать, что представляют собой основные элементы шины:

- USB 2.0 является шиной с одним хостом. Хост — это компьютер, в котором установлен хост-контроллер USB. Он включает в себя аппаратную платформу хоста (ЦП, шину и т. д.) и операционную систему.
- Устройство объединяет аппаратные компоненты, выполняющие определенную функцию, такую как «устройство интерфейса USB».
- Концентратор — это устройство USB, обеспечивающее дополнительные соединения USB.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ НА СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТУ USB 2.0

Для большинства электрических испытаний, определенных организацией USB-IF, требуется осциллограф, являющийся «сердцем» измерительной схемы. Наряду с ним для тестирования требуются соответствующие пробники, кабели и оснастки, обеспечивающие доступ к контрольным точкам и передачу сигналов. Некоторые тесты требу-

ют источника сигналов и цифрового мультиметра.

USB-IF определяет требования к испытаниям и устанавливает методики их выполнения. Тесты могут выполняться вручную, но требования к их конфигурированию, оценке результатов и отчетности таковы, что позволяют автоматизировать работу. Новейшее программное обеспечение для тестирования устраняет необходимость в ручной настройке осциллографа, позиционировании курсора и сравнении результатов измерений со спецификациями USB 2.0. Результаты автоматически отображаются в виде сводки с подробной информацией.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ USB 2.0

Электрические испытания USB 2.0 включают в себя процедуры и измерения, показанные в таблице 1. Требуемые тесты зависят от скорости интерфейса. Требования к тестированию также могут зависеть от тестируемого устройства.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СИГНАЛА ШИНЫ

Определение качества сигнала — это один из способов убедиться в том, что устройство USB 2.0 соответствует спецификациям и будет функционировать должным образом. Тесты на качество сигнала оценивают джиттер и глазковую диаграмму для определения динамических характеристик линий дифференциальной передачи данных.

Тестирование качества сигнала включает в себя:

- Измерение глазковой диаграммы;
- Измерение скорости передачи сигнала;
- Измерение длительности конца пакета (EOP);
- Измерение диапазона логических уровней;
- Измерение джиттера в паре JK;
- Измерение джиттера в паре KJ;
- Измерение джиттера следующих друг за другом битов данных;
- Измерение длительности положительного перепада;
- Измерение длительности отрицательного перепада.

Схемы измерений качества сигнала различаются для тестирования восходящего и нисходящего канала передачи данных. В случае тестиро-

Таблица 1

ТРЕБУЕМЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ USB 2.0 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ИНТЕРФЕЙСА

	НИЗКАЯ СКОРОСТЬ	ПОЛНАЯ СКОРОСТЬ	ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ
Качество сигнала	X	X	X
Пусковой ток	X	X	X
Падение напряжения	X	X	X
Просадка напряжения	X	X	X
Чувствительность приемника			X
Chirp			X
Монотонность			X

Осциллографы смешанных сигналов

Tektronix®

Новинка!



MDO Серии 3



MSO Серии 4



Максимальная гибкость и наглядность представления исследуемой системы



Быстрый всесторонний анализ характеристик сигналов



Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ



- Инновационный интерфейс пользователя с управлением сенсорными жестами на экране
- Самый большой в отрасли сенсорный дисплей с высоким разрешением (HD 1920x1080)
- Для MSO серии 4: 4 или 6 входов FlexChannel, каждый вход можно использовать для регистрации и отображения 1 аналогового сигнала или 8 цифровых логических сигналов путём простой замены пробника
- Расширенный анализ сигналов: декодирование и синхронизация по сигналам последовательных шин I²C, SPI, USB 2, Ethernet, CAN, LIN и др., расширенный анализ джиттера, автоматические измерения и анализ мощности

Параметр	MD032	MD034	MS044	MS046
Полоса	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц		200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц	
Максимальное число аналоговых каналов	2	4	4	6
Максимальное число цифровых каналов (опция – кратно 8 каналам)	16	16	32	48
Максимальная частота дискретизации (все аналоговые и цифровые каналы)	5 Гвыб/с		6,25 Гвыб/с	
Глубина записи (все аналоговые и цифровые каналы)	10 М		31,25 М / 62,5 М (опция)	
Максимальная скорость захвата осциллограмм	280000 осц./с		500000 осц./с	
Разрешение АЦП	8 бит		12 бит	
Анализатор спектра	1 ГГц / 3 ГГц (опция)		—	
Генератор сигналов	До 50 МГц (опция)			
Интерфейс пробника	TekVPI		FlexChannel / TekVPI	
Дисплей	Сенсорный, 11,6" HD		Сенсорный, 13,3" HD	



ЗАО «НПП ЭЛИКС» – официальный дистрибьютор Tektronix
 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
 Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
 Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



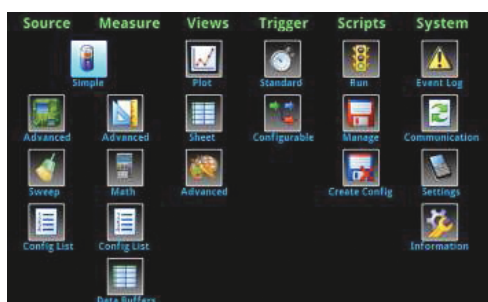
**БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru**

Инновационный и компактный характериограф с сенсорным дисплеем



- Одновременная подача и измерение тока или напряжения
- Встроенный TCP-процессор позволяет расширять число каналов без шасси и поддерживает параллельное исполнение тестов
- Технология TSP-Link® упрощает объединение нескольких приборов в одну измерительную систему
- Расширенные возможности работы с малыми напряжениями, токами и сопротивлениями
- Интерактивный емкостной сенсорный экран обеспечивает превосходное восприятие отображаемой информации
- Графический интерфейс представляет функции построения вольт-амперных характеристик
- Работа в импульсном режиме с мощностью до 1000 Вт (для 2461)

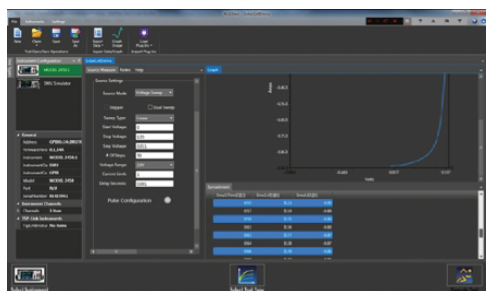
Параметр	2450	2460	2461	
Максимальная мощность	20 Вт	100 Вт	100 Вт / 1000 Вт (имп.)	
Напряжение (ист./изм.)	Макс. значение	200 В	100 В	
	Точность	±0,015% / ±0,012%		
	Разрешение	500 нВ / 10 нВ	5 мкВ / 100 нВ	5 мкВ / 100 нВ
Ток (ист./изм.)	Макс. значение	1 А	7 А	7 А ; 10 А (имп.)
	Точность	±0,02% / ±0,02%		
	Разрешение	500 фА / 10 фА	50 нА / 1 пА	50 нА / 1 пА



Система меню на основе пиктограмм может на 50% сократить число операций настройки и позволяет обойтись без сложных многоуровневых структур.

Источник-измеритель Keithley 24xx объединяет в одном корпусе:

- Высокостабильный малошумящий программируемый источник питания
- Электронную нагрузку
- Прецизионный 6½-разрядный мультиметр
- Генератор тока (TrueRMS)
- Новую систему синхронизации TriggerFlow



Измерительное ПО Kickstart позволяет и новичку, и опытному специалисту начать измерения в считанные минуты без какого-либо программирования.

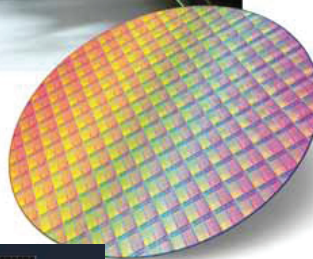
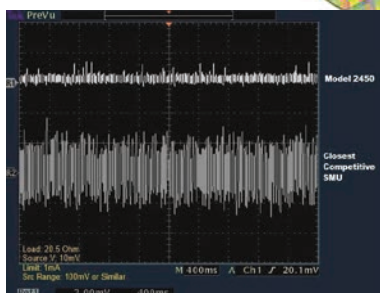
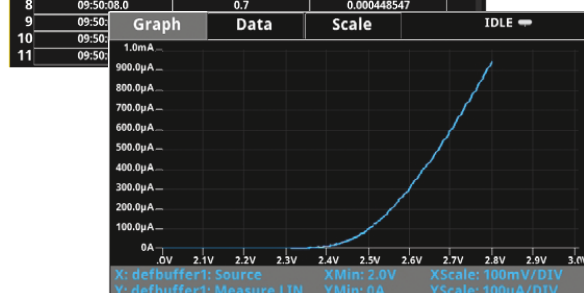


Начальная страница меню источника-измерителя содержит подробную информацию о состоянии прибора и позволяет изменять диапазоны, устанавливать выходные значения и выбирать пороги защиты, ускоряя проведение экспериментов.



DATA SHEET		
Time	Source	Measure
05/08 09:50	0	-2.51326e-07
09:50:02.6	0.1	6.38803e-05
09:50:05.3	0.2	0.000127991
09:50:05.8	0.3	0.00019225
09:50:06.4	0.4	0.000256259
09:50:06.9	0.5	0.000320488
09:50:07.5	0.6	0.000384533
09:50:08.0	0.7	0.000448547

Функции отображения данных, построения диаграмм и экспорта в электронные таблицы позволяют преобразовать необработанные результаты измерений в структурированную информацию.



Значительно меньший широкополосный шум по сравнению с аналогичными приборами других производителей делает модели 2450/2460 наилучшим выбором для измерения ВАХ новейших электронных устройств.



Официальный дистрибьютор KEITHLEY в Российской Федерации
 «ЭЛИКС»: Москва, 115211, Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
 Телефоны: (495) 781-4969 (многоканальный), 344-9765, 344-9766
 Факс: (495) 344-9810 E-mail: eliks-tm@eliks.ru Internet: www.eliks.ru



вания восходящего канала измеряются сигналы, которые передаются с устройства на хост, в то время как при тестировании нисходящего канала измеряются сигналы, передаваемые с хоста на устройство. Тестирование нисходящего канала обычно выполняют на портах концентратора,

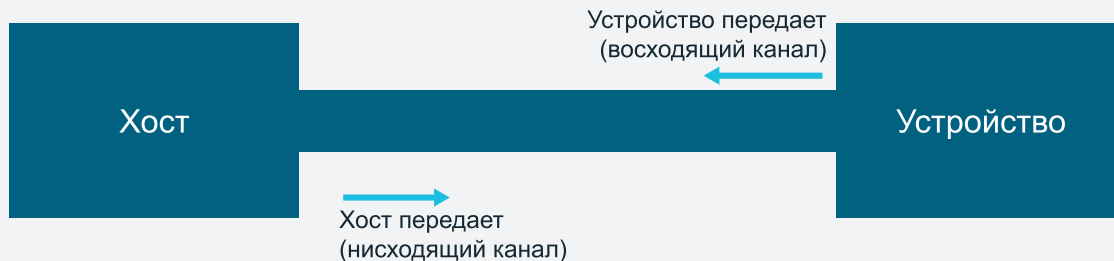
52,5 мкКл для $V_{BUS} = 5,15$ В (предельное значение отказа для данного теста < 150 мкКл).

ТЕСТ НА ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Спецификация USB 2.0 требует, чтобы USB-порты концентратора с автономным питанием подавали напря-

центратором напряжения 4,4 В на нижерасположенное устройство, что позволяет иметь падение напряжения 0,25 В в кабеле и 0,1 В в концентраторе. Устройства с питанием по шине с жестко присоединенными кабелями должны иметь падение напряжения $V_{пад.} \leq 350$ мВ между раз-

Типовая схема тестирования интерфейса USB 2.0



Тестирование USB 2.0 с концентратором

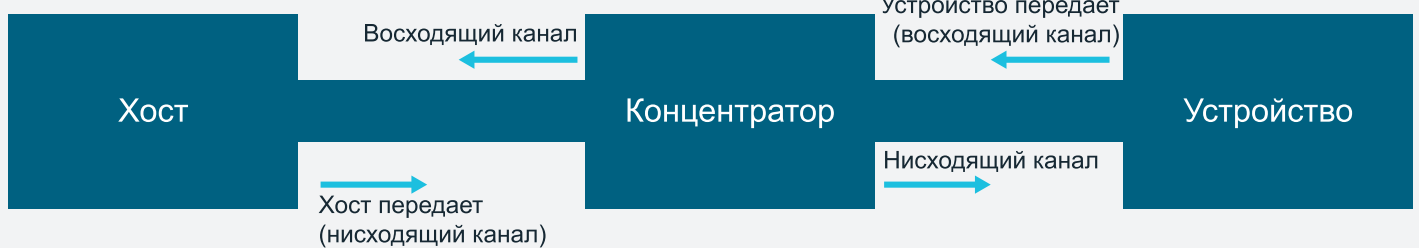


Рис. 1. Концентратор требуется для тестирования и восходящего, и нисходящего каналов

который требуется для тестирования и восходящего, и нисходящего каналов (см. рис. 1).

ПРОВЕРКА ПУСКОВОГО ТОКА

Поскольку технология USB 2.0 поддерживает «горячее» подключение, особое внимание требуется уделить тому, чтобы потребляемый устройством ток не превышал установленный предел. Если потребляемый ток превысит указанное значение, это может нарушить работу других устройств, подключенных к шине USB 2.0. Проверка пускового тока выполняется как для устройств с автономным питанием, так и для устройств с питанием от шины, чтобы удостовериться, что тестируемое устройство (ТУ) не потребляет слишком большой ток при подключении к порту концентратора.

Как правило, следует ожидать резкого скачка тока при подключении устройства, как показано в примере на рис. 2. При отключении устройства также можно наблюдать небольшие возмущения на кривой тока. Математически проверка пускового тока включает в себя вычисление интеграла тока за определенный период времени.

Спецификация USB 2.0 устанавливает, что общий заряд устройства не должен превышать

жение V_{BUS} от 4,75 В до 5,25 В, а концентраторы с питанием от шины подавали V_{BUS} не менее 4,4 В. При тестировании на падение напряжения сравнивают V_{BUS} холостого хода и при полной нагрузке (100 мА или 500 мА, в зависимости от шины).

$$V_{пад.} = V_{восх.} - V_{нисх.}$$

$$V_{восх.} = V_{BUS} \text{ на порту концентратора восходящего соединения}$$

$$V_{нисх.} = V_{BUS} \text{ на одном из портов концентратора нисходящего соединения}$$

Концентраторы с питанием от шины должны иметь $V_{пад.} \leq 100$ мВ между портами восходящего и нисходящего соединений, если к любому из нисходящих портов подключена нагрузка, потребляющая 100 мА. Требование к напряжению 4,75 В для концентратора с автономным питанием обеспечивает подачу кон-

емом восходящего и нисходящим портом, включая падение напряжения в кабеле.

Для тестов на падение напряжения требуется использовать мультиметр. Поскольку измерения выполняются по постоянному току, то для подтверждения соответствия нормативам нужен цифровой мультиметр с разрешением в единицы милливольт.

ТЕСТ НА ПРОСАДКУ НАПРЯЖЕНИЯ

Напряжение $V_{прос.}$ равно разности между напряжением V_{BUS} при отсутствии нагрузки на тестируемом порту и этим напряжением, при условии того, что через тестируемый порт протекает ток 100 мА. В обоих случаях все остальные порты имеют полную нагрузку. Спецификация USB 2.0 разрешает максимальную просадку 330 мВ. При тестировании оценивается максимальная просадка. Для этого к тестируемому порту подключают и отключают нагрузку с током 100 мА, в то время как остальные порты находятся под максимальной нагрузкой. Все измерения V_{BUS} выполняют относительно локальной «земли».

Данный тест несложно выполнить вручную. Однако доступны программные пакеты тестов, которые автоматически настроит осциллограф для нужной схемы измерений, захватят сигнал, измерят $V_{прос.}$ и

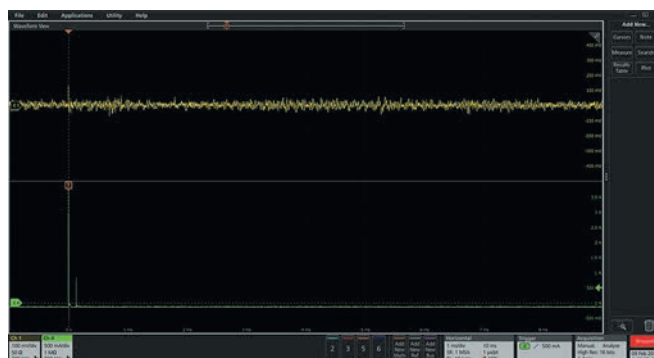


Рис. 2. При измерении пускового тока наблюдается резкий скачок (зеленая трасса, канал 4)

обеспечат индикацию типа «годен/не годен».

ТЕСТИРОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЁМНИКА

Для обеспечения надежной работы в условиях помех высокоскоростное устройство USB 2.0 (или порт нисходящего канала) должно отвечать на токены IN (переданные данные) сообщениями NAK, когда уровень сигнала равен или превышает заданное значение. Подробное описание этого процесса содержится в

выше, при этом тестируемое устройство должно находиться в неподавленном режиме, отвечая на токены IN сообщениями NAK. Затем амплитуду ограничивают уровнем <100 мВ. На этом уровне ТУ должно перейти в режим подавления и не отвечать на токены IN сообщениями NAK.

ТЕСТ CHIRP

В данном тесте проверяются основные временные параметры и напряжения на восходящем и нисходящем портах во время определения

автоматизации значительно ускоряет процесс и имеет дополнительное преимущество в виде автоматического документирования результатов.

ТЕСТ МОНОТОННОСТИ

Для обеспечения соответствия требованиям к высокоскоростному USB 2.0 разработчик должен проверить монотонность сигнала. Это означает, что амплитуда сигнала должна нарастать или снижаться плавно

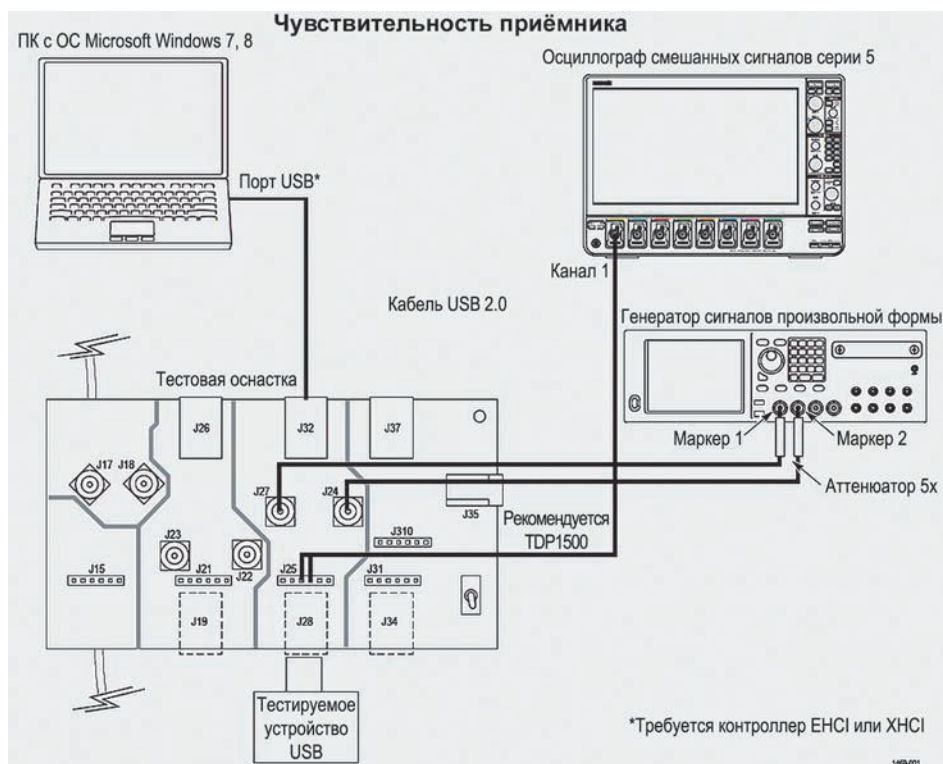


Рис. 3. Схема измерений чувствительности приёмника с использованием осциллографа и источника сигналов

спецификациях USB 2.0 вместе со схемой измерений, использующей осциллограф и генератор данных, как показано на рис. 3.

Этот тест требует, чтобы ТУ находилось в режиме Test_SE0_NAK. Затем хост заменяют генератором сигналов, который продолжает передавать токены IN. Амплитуда сигнала на ТУ должна находиться на уровне 150 мВ и

скорости передачи. Для концентратора этот тест следует выполнить как на портах восходящего, так и нисходящего соединения.

В ходе теста выполняют горячее подключение ТУ и его сигналы измеряют с помощью несимметричных пробников в обеих линиях передачи данных. Анализируется амплитуда импульса K-chirp, длительность импульса K-chirp, длительность сброса, количество пар импульсов KJ-chirp до подключения оконечной нагрузки высокоскоростной шины и задержку после последовательности KJKJKJ перед подключением оконечной нагрузки на устройстве. Тест Chirp показан на рис. 4. Поскольку в ходе теста анализируются различные типы импульсов и условия, он может занимать много времени при выполнении вручную. ПО

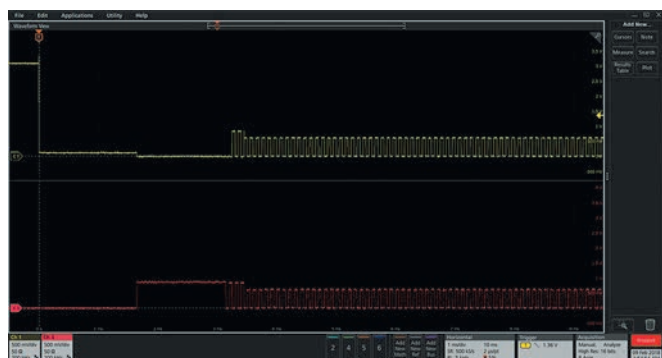


Рис. 4. Сигнал линии D+ подается на канал 1 (жёлтая трасса), а D- на канал 2 (красная трасса). После сброса высокоскоростное устройство подает сигнал K-chirp, после чего анализируется последовательность K-J-K-J-K-J-chirp

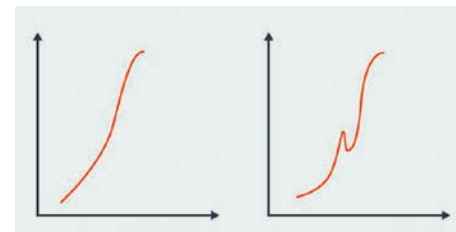


Рис. 5. Монотонный и немонотонный перепады сигнала USB 2.0 со временем нарастания 500 пс

и без отклонений в противоположном направлении. Немонотонный сигнал может быть вызван неустойчивостью, высокочастотным шумом или джиттером. На рис. 5 сравниваются монотонный и немонотонный сигналы USB 2.0 со временем нарастания 500 пс. Монотонность сигнала устройства USB 2.0 проверяется в ходе проверки тестового пакета. По тестированию автоматически захватывает тестовый пакет, проверяет все положительные и отрицательные перепады на монотонность и выдает отчет по каждому из них.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При постоянном использовании USB 2.0 в самых разных системах и приложениях имеет смысл провести всесторонние электрические испытания, чтобы подтвердить надежность и функциональную совместимость шины конкретного устройства. Новейшее программное обеспечение для тестирования устраняет необходимость в ручной настройке осциллографа, а также в формировании последовательности измерений и сравнения их результатов со спецификациями USB 2.0. ☑

USB 2.0 continues to be one of the most widely-used systems buses in all manner of systems, due to its reliability, simple plug-and-play usability and cost-effectiveness. While it's not the fastest version of USB, with bit rates up to 480 Mb/s, it covers a wide range of applications. Although formal compliance testing isn't a requirement in all cases, comprehensive electrical testing and debug are important steps to ensuring reliable operation. This article gives a breakdown of the key tests.

РЕШЕНИЯ KEYSIGHT TECHNOLOGIES ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ СРЕДСТВ РЭБ

KEYSIGHT TECHNOLOGIES ELECTRONIC WARFARE TEST AND EVALUATION SOLUTIONS

Кeynsight Technologies, мировой лидер в области электронных измерений, предоставляет полнофункциональные комплексные решения для проектирования, тестирования и проверки систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ).

Уверенность в надежности и готовности системы РЭБ к противодействию новым радиоэлектронным угрозам зависит от развития и совершенствования процессов её тестирования и проверки. Разнообразные и сложные угрозы обуславливают необходимость того, чтобы системы РЭБ могли точно идентифицировать и нейтрализовать РЛС противника, а также, что очень важно, могли реагировать на угрозы с помощью адекватных и адаптивных контрмер. Обострение проблем тестирования и оценки средств РЭБ вызывается появлением источников радиоизлучений (ИРИ) со



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

сложными высокоточными сигналами и связанной с этим необходимостью моделирования и анализа сложной радиоэлектронной обстановки (РЭО). Контроль радиоспектра является высокоприоритетной задачей в области национальной безопасности, что вызывает потребность в значительном улучшении способов, возможностей и решений для тестирования и оценки средств РЭБ.

Во многих случаях тестирование и оценка средств РЭБ выполняются с помощью больших, сложных и дорогостоящих заказных систем, недоступных для инженеров-проектировщиков, что может привести к потенциальным ошибкам из-за невозможности выпол-

нения испытаний в реалистичных условиях. Для обеспечения последовательной разработки, тестирования и развертывания систем РЭБ очень важно определить, когда и где произошла ошибка. Полная номенклатура готовых коммерческих продуктов Keysight гарантирует уверенное тестирование и оценку, начиная с цифрового моделирования во время исследований и разработок, и заканчивая системной интеграцией, полётными испытаниями и тестированием систем, находящихся в полной готовности.

ТЕСТИРОВАНИЕ В ЛАБОРАТОРИИ. СНИЖЕНИЕ РИСКОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ СИСТЕМЫ

Современные системы РЭБ имеют очень сложную архитектуру. Цифровое моделирование перед аппаратной реализацией системы РЭБ уменьшает риск затягивания проектирования и дополнительных расходов на реализацию программы. Библиотека моделей РЛС в ПО SystemVue компании Keysight помогает проверять и анализировать работу системы РЭБ, создавая её цифровые модели с имитацией влияния внешних факторов, включая многолучевое распространение, преднамеренные и естественные помехи, отражение от целей и фон.

Полная линейка коммерчески доступного контрольно-измерительного оборудования Keysight для расширенных испытаний позволяет легко перейти от цифровых моделей к аппаратным прототипам с использованием технологии программно-аппаратного тестирования. Выберите генераторы сигналов произвольной формы и векторные генераторы с быстрой перестройкой частоты для формирования сигналов, а также анализаторы сигналов, осциллографы и дигитайзеры для их анализа. Используйте ПО SystemVue для управления оборудованием измерительной системы.

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ И ПРОВЕРКА. БУДЬТЕ БЛИЖЕ К РЕАЛЬНОСТИ

Для точного моделирования угроз со стороны РЛС и других целей требуется быстродействующий генератор сигналов, способный перестраивать частоту и устанавливать амплитуду на разных частотах за время, измеряемое сотнями наносекунд. При поиске решения для имитации РЭО следует убедиться, что полоса модуляции прибора достаточна,

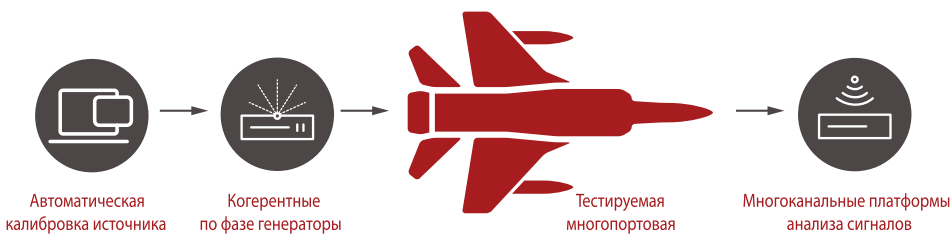


Рис. 1. Тестирование многопортовой системы РЭБ

САПР SystemVue

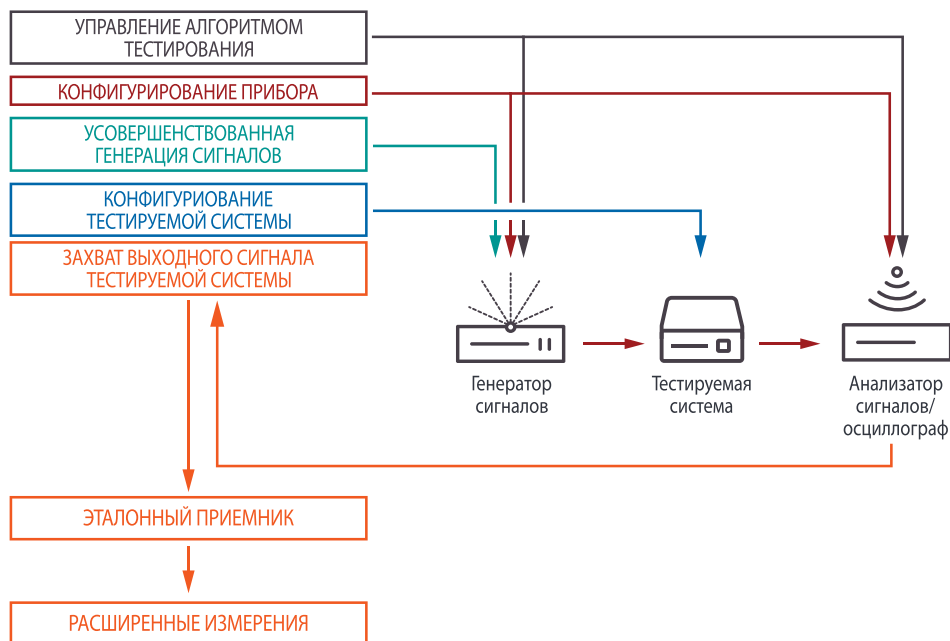


Рис. 2. ПО SystemVue для управления оборудованием измерительной системы

чтобы вместить частоты интересующих вас ИРИ.

Способность генератора сигналов UXG к быстрой перестройке частоты без искажения фазы и с высокой воспроизводимостью делает его идеальным источником сигналов для эффективного моделирования сложной РЭО во всём диапазоне его выходной частоты вплоть до 40 ГГц.

Среди основных особенностей:

- имитация множества импульсно-доплеровских РЛС на разных частотах с сохранением исходной фазы при скачкообразной перестройке частоты имитируемых ИРИ;
- различные сценарии РЭБ, включающие в себя тысячи РЛС с индивидуальным сканированием антенны, которые передают миллионы импульсов в секунду;



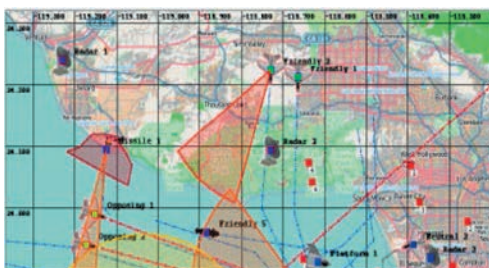
Рис. 3. N5194A – векторный адаптер с быстрой перестройкой частоты UXG серии X, от 50 МГц до 20 ГГц; N5193A/N5191A – генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты UXG серии X, от 10 МГц до 40 ГГц

- специальная сложная импульсная модуляция IQ, включая сигналы с линейной и нелинейной частотной модуляцией в диапазоне до 20 ГГц, обеспечивается векторным адаптером UXG (рис. 4);
- моделирование РЭО с высокой плотностью импульсных сигналов обеспечивается увеличением количества генераторов UXG, это позволяет имитировать многоуровневые импульсные сигналы или разные углы прихода волны в многопортовой системе;

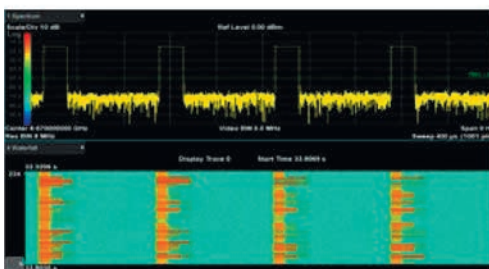


Рис. 4. Спектрограмма двух ИРИ 7 ГГц с ЛЧМ с полосой 1,5 ГГц и одним источником сигнала – генератором UXG

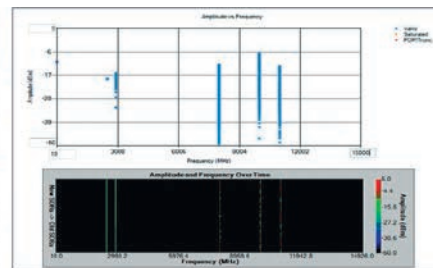
- имитация разных углов прихода волны выполняется несколькими генераторами UXG путем воспроизведения идентичных импульсов на разных портах (разных UXG) с разнесением по времени, фазе или с измененной амплитудой, или с изменением всех трех указанных параметров.



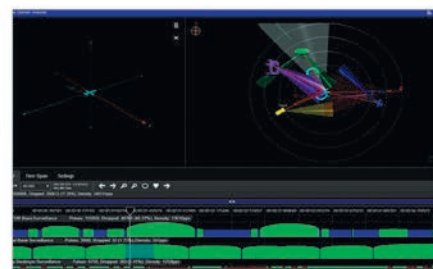
Географическая карта с имитацией ИРИ и вводом навигационных данных в масштабе реального времени



Автоматизированная проверка в ВЧ диапазоне с отчетами по дескрипторам импульсов и мониторингом тестируемой системы



Отчеты по дескрипторам импульсов и мониторинг тестируемой системы



Инструменты трехмерной визуализации

Рис. 5. Создание РЭО с высокой плотностью импульсных сигналов, просмотр моделей во временной области, вычисление углов прихода волны и расчет кинематики

Генератор UXG с различными опциональными интерфейсами становится эффективной заменой устаревшим и нестабильным источникам сигналов.

N5193A предоставляет следующие возможности:

- двоично-десятичное кодирование для совместимости с устаревшим оборудованием;
 - низковольтный дифференциальный сигнал для программно-аппаратного тестирования с малой задержкой.
- Генератор N5193A и адаптер N5194A имеют аппаратные средства для обеспечения потоковой передачи дескрипторов импульсов:
- твердотельный накопитель (512 Гб) для потоковой передачи;
 - потоковая передача в LAN 1 Гбит/с;
 - LAN 10 Гбит/с / оптическая линия (опция CC3 для N5193A).

СЭКОНОМЬТЕ ВРЕМЯ НА МОДЕЛИРОВАНИИ С ДЕСКРИПТОРОМ ИМПУЛЬСОВ, ЧТОБЫ ОСТАЛОСЬ БОЛЬШЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Гибкая архитектура и возможность импорта библиотеки существующих сигналов угроз делают генератор UXG

идеальной заменой имеющимся источникам ВЧ сигналов и позволяют использовать его в системах имитации РЭО.

Вы можете просто воспользоваться готовыми библиотеками дескрипторов импульсов или создать их с помощью различных инструментов, включая Excel, Matlab или разработанное Keysight ПО Multi-Emitter Scenario Generation N7660C или Simulation View Z9500A.

Создавайте проверенные сценарии РЭБ для генераторов сигналов с быстрой перестройкой частоты UXG с помощью ПО Multi-Emitter Scenario Generation (MESG) N7660C для заранее заданных сценариев и ПО Z9500A Simulation View для динамических сценариев в режиме реального времени.

ПРОСМАТРИВАЙТЕ, ЗАХВАТЫВАЙТЕ, АНАЛИЗИРУЙТЕ И ИЗУЧАЙТЕ СИГНАЛЫ В ОЧЕНЬ СЛОЖНОЙ РЭО

Тестирование и оценка средств РЭБ приводит к проблемам из-за широких полос и сложных типов модуляции сигналов в переполненном электромагнитном спектре. Благодаря широкому ассортименту коммерчески доступного

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ N7660C И Z9500A

Таблица 1

	N7660C	Z9500A
Автоматический расчет углов прихода волны и кинематики	•	•
Имитация нескольких ИРИ	•	•
Отчет по потерянным импульсам	•	•
Преобразование устаревших форматов данных	•	•
Географическая карта для сценариев	•	•
Встраиваемая открытая архитектура		•
Проведение учений с протоколом DIS		•
Ввод навигационных данных		•
Потоковая передача дескрипторов импульсов в режиме реального времени		•
Автоматизированная проверка ВЧ выхода		•

НОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ С УНИКАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ!



Прецизионный TrueRMS мультиметр с функцией мегаомметра АММ-1179

- Высокая точность 0,06%
- ЖК индикатор 4³/₄ разряда (40000 отсчётов)
- Измерение сопротивления изоляции до 4 ГОм на тестовом напряжении до 1000 В
- Измерение постоянной и переменной составляющей (AC+DC)
- Рабочий диапазон частот от 50 Гц до 1 кГц
- Функция захвата пиков >1 мс
- Регистратор данных до 255 с
- Измерение токовой петли %4-20 мА
- Защита от пыли и влаги IP-67



Промышленный TrueRMS мультиметр АММ-1037

- ЖКИ 19999 отсчетов
- Частотный диапазон 40 Гц...1 кГц
- Базовая погрешность 0,1%
- Измерение пост. и перем. тока до 20 А
- Измерение емкости до 2000 мкФ



TrueRMS мультиметр со встроенным измерителем RLC АММ-3033

- ЖКИ 6000 отсчётов с подсветкой
- Базовая погрешность 0,5%
- Тестовая частота до 10 кГц
- Регистратор данных на SD карту
- Измерение индуктивности до 100 Гн
- Измерение емкости до 600 мкФ



Мультиметр с функцией мегаомметра АМ-1018В

- Базовая погрешность 0,2%
- Измерение сопротивления изоляции до 2 ГОм
- Тестовое напряжение 50 В/ 100 В/ 250 В/ 500 В/ 1000 В
- Измерение частоты синусоидального сигнала, прямоугольных импульсов и коэффициента заполнения
- Режим измерения емкости 1000 мкФ



Комбинированный мультиметр АМ-1016

- 3 прибора в 1 корпусе
- Частотный диапазон мультиметра 40 Гц... 400 Гц
- Тестовое гнездо телефонной линии RJ-11
- Тестовое гнездо кабеля «витая пара» RJ-45
- Тестирование батарей 1,5 В, 6 В, 9 В



Многофункциональный мультиметр АММ-1218

- Измерение постоянного / переменного напряжения до 1000 В / 750 В
- Измерение постоянного / переменного тока до 20 А
- Частотный диапазон TrueRMS до 1000 Гц
- Интерфейс Bluetooth



Мультиметр со встроенным фонариком АММ-1048

- ЖКИ 3 3/4 разрядов (4000 отсчётов)
- Широкий набор измерительных функций
- Бесконтактный индикатор напряжения
- Категория защиты: CAT III 1000V
- Эргономичный корпус



Бюджетный цифровой мультиметр АММ-1042

- Измерение токов с высоким разрешением 0,1 мкА
- Автоматический и ручной выбор диапазонов
- Компактные размеры



ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ

APS-1602



- 1 канал
- Выходное напряжение до 60 В
- Выходной ток до 2 А
- 4-проводная схема
- Защита от перегрузок
- Режим стабилизации тока и напряжения
- Кнопочное управление током
- Двухстрочный ЖК-дисплей

APS-1306



- 1 канал
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 5 А
- Защита от перегрузки по току
- Режим стабилизации тока и напряжения
- 2 LED дисплея

APS-3310L



Дистанционное управление

- 1 канал
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 10 А
- 4-проводная схема
- Кнопка включения и отключения нагрузки
- Двухстрочный ЖК-дисплей
- Интерфейсы USB и LAN



APS-3020

- 1 канал
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 20 А
- Защита от перегрузки и перегрева
- Двухстрочный ЖК-дисплей



APS-2236

- 2 канала
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 5 А
- Последовательное/параллельное соединение каналов
- Режим стабилизации тока и напряжения
- Защита от короткого замыкания
- Четыре цветных LED дисплея



APS-7323

Программируемый

- Канал 1 и 2: 0...32 В / 0...3 А
- Канал 3: 0...6 В / 0...3 А
- Параллельное и последовательное соединение каналов
- Разрешение 1 мВ / 1 мА
- Режим тайминга
- 5-разрядный светодиодный дисплей



оборудования Keysight для анализа, включая анализаторы сигналов, осциллографы и дигитайзеры, вы можете захватывать и измерять характеристики среды РЭБ в диапазоне частот до 110 ГГц с широкими полосами модуляции.

Возможности ПО анализа импульсов Keysight N9067C и PathWave VSA 89600:

- дифференциация угроз с помощью фильтров для оценки импульсов по таким критериям, как ширина и период следования, а также тип модуляции (включая линейную и нелинейную);
- захват длинных сценариев с эффективным использованием памяти;

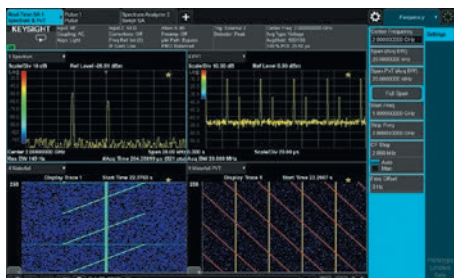


Рис. 6. Анализ во временной и частотной областях с измерением доплеровского смещения и периода следования импульсов



Рис. 7. Растровое сканирование показывает режимы работы и последовательности импульсов РЛС

- корреляция и измерение боковых лепестков диаграммы направленности;
- анализ в обеих областях с узкой полосой в частотной области и более широкой во временной области;
- оценка схожести импульсов — сравнение следующих друг за другом импульсов помогает проверить выход-

Рис. 8. Цветовая кодировка результатов измерения временных характеристик импульсов после сбора данных по импульсам

ной сигнал РЛС (доступно только с ПО Keysight PathWave VSA);

- поиск последовательностей импульсов для проверки того, что изменения режимов работы РЛС происходят так, как ожидалось (доступно только с ПО Keysight PathWave VSA).

ЗАПИСЫВАЙТЕ, ОЦЕНИВАЙТЕ И АНАЛИЗИРУЙТЕ ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ СРЕДСТВ РЭБ

Функция Radar Recorder может записывать и анализировать импульсные сигналы в режиме реального времени, что делает её идеальным многоканальным инструментом для контроля и проверки выходных сигналов средств РЭБ. Используя измерения и оценку дескрипторов в режиме реального времени, Radar Recorder от Keysight быстро проверяет измеренные импульсы. Это повышает уверенность в результатах тестирования, значительно улучшает масштабируемость и возможности по поддержке устройства регистрации.

Основные преимущества систем автоматизированного тестирования Keysight серии Z2099B:

- широкополосная многоканальная схема разрешает одновременную двухканальную запись на входах и выходах;
- измерения в режиме реального времени и оценка дескрипторов импульсов повышают уверенность в результатах тестирования и обеспечивают быструю проверку измеренных импульсов;
- быстрый просмотр и анализ большого объема данных дескрипторов им-

пульсов через программное обеспечение комплексного анализа;

- захват каналов со сдвигом по времени позволяет одновременно записывать, выгружать и анализировать данные;
- системы данной серии, от небольших и переносных до полнофункциональных, позволяют использовать Radar Recorder для лёгкого масштабирования.

ТЕСТИРОВАНИЕ УСТАНОВЛЕННОЙ СИСТЕМЫ. КОММЕРЧЕСКИ ДОСТУПНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ И АНАЛИЗА СИГНАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ПРОВЕРКИ СРЕДСТВ РЭБ

Компания Keysight предлагает коммерчески доступные приборы для создания систем моделирования РЭО и анализа сигналов. К ним относятся:

- генераторы сигналов с быстрой перестройкой частоты N5193A/94A для многоканального и многопортового моделирования;
- генераторы сигналов произвольной формы для имитации угроз или проверки тракта модуляции средств РЭБ;

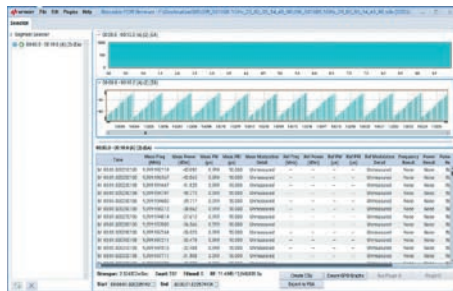


Рис. 9. В окне обозревателя дескрипторов импульсов отображается гистограмма всех импульсов, мощность кратковременных импульсов и таблица с простой фильтрацией их параметров

- осциллографы, анализаторы сигналов и дигитайзеры для широкополосного анализа;
- гибкие средства работы с ПЛИС, а также опции для хранения данных и обработки потоков для моделирования с обратной связью.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГИБКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА УГРОЗ

Компания Keysight обладает многолетним опытом в области измерений и калибровки. В сотрудничестве с экспертами вы можете разработать и сконфигурировать масштабируемую и гибкую систему тестирования средств РЭБ. Решения Keysight включают в себя полную системную интеграцию и автоматическую калибровку с несколькими источниками сигналов и на системном уровне.

Создавайте модели сложной РЭО с разными углами прихода волны и гибкими многопортовыми конфигурациями:

- обеспечьте когерентность нескольких источников сигналов с калибровкой по амплитуде, фазе и времени;
- симуляторы угроз совместимы с ПО MESH или другими системами гене-

Основные технические характеристики векторного адаптера Keysight N5194A

- Опции расширения диапазона частот: 20 ГГц;
- Выходная мощность на частоте 1 ГГц: от -120 дБм до +3 дБм;
- Фазовый шум на частоте 1 ГГц с отстройкой 20 кГц: -144 дБн/Гц;
- Переключение частоты: не более 220 нс;
- Уровень гармоник на частоте 1 ГГц: менее -60 дБн;
- Негармонические составляющие на частоте 1 ГГц: менее -72 дБн;
- Программное обеспечение: задачи общего назначения (импульсные сигналы, импульсы с линейной частотной модуляцией);
- Объем памяти для воспроизведения сигналов: 6 Гвыб. при работе в векторном режиме; 4 Гвыб. при работе в широкополосном режиме;
- Амплитудная модуляция: максимальная глубина 80%;
- Амплитудная модуляция: полоса частот от 0 до 10 МГц;
- Наличие измерительных приложений: да.

рации динамичных сценариев на основе дескрипторов импульсов.

Захватывайте высокочастотные и преобразованные сигналы с помощью многоканального широкополосного потокового рекордера:

- воспользуйтесь интегрированной комбинацией аппаратного, микропрограммного и программного обеспечения для выбора, понижающего преобразования, оцифровки и обработки сигналов, а также хранения данных;
- используйте специальное программное обеспечение анализа сигналов после захвата для ВЧ тестирования, записи и обработки данных.

ДИСТАНЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПО РАДИОЭФИРУ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЙЛОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЕСКРИПТОРОВ ИМПУЛЬСОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Во многих случаях для генерации сигналов средств РЭБ требуется последовательная потоковая передача в режиме реального времени. Примером её использования во время тестирования по радиоэфиру или на открытом пространстве является имитация множества наземных РЛС. Генератор сигналов

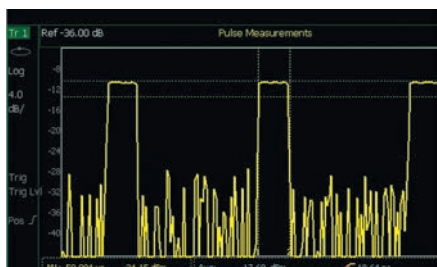


Рис. 10. Измерение импульсов на аэродромной стоянке с помощью анализатора FieldFox

синхронизируется с любым модулем с импульсным выходом PPS, например, GPS. Несколько синхронизированных приборов могут запускаться с использованием общего синхросигнала.

Это позволяет:

- управлять несколькими генераторами UXG, расположенными на значительном расстоянии от центрального пункта;

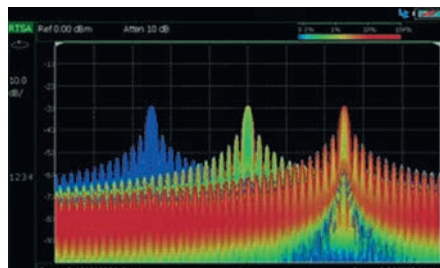


Рис. 11. Захват всех сигналов с анализом спектра в режиме реального времени

- использовать одну и ту же библиотеку дескрипторов импульсови файлы симуляции угроз, начиная с раннего прототипирования и заканчивая системной интеграцией, для проверки эффективности приемника и процессора в ходе полётных и наземных испытаний;
- воспроизводить одни и те же файлы и модели соответствующее скоординированное всемирное время (UTC) в различных лабораториях или местоположениях.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ПО ПРИНЦИПУ «ГОДЕН/НЕ ГОДЕН»

После развертывания системы в полевых условиях может возникнуть необходимость в проведении испытаний до начала эксплуатации для проверки технической готовности.

Портативные СВЧ анализаторы Keysight FieldFox обеспечивают возможности настольного прибора в полевых условиях на различной местности и в различных средах, начиная с чистых помещений и заканчивая пустыней, морем, тропиками и арктическими широтами. Вы будете абсолютно уверены в результатах ответственных измерений, включая:

- измерение коэффициента шума (КШ) приёмника;
- функциональное тестирование приёмника с помощью немодулированного сигнала;
- проверка выходного сигнала и других характеристик излучателя с помощью измерителя мощности, анализатора

спектра и анализатора спектра реального времени в диапазоне частот до 50 ГГц;

- измерение профиля импульса излучателя в диапазоне частот до 40 ГГц с помощью USB датчика пиковой мощности;
- проверка работоспособности всего ВЧ тракта или отдельных компонентов (антенны, кабели, преобразователи, усилители) с передачей в эфир или без неё;

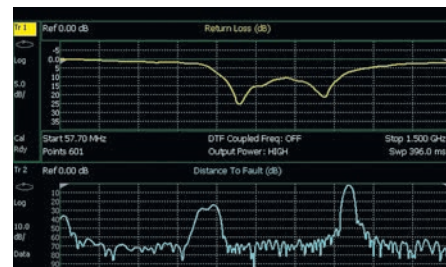


Рис. 12. Проверка работоспособности с помощью FieldFox с приложением для тестирования антенно-фидерной системы

- определение расстояния до места повреждения, рефлектометрия во временной области (TDR);
- проверка работоспособности модуля GPS: измерение отношения уровня несущей к шуму (C/N) и оценка состояния усилителей-распределителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания Keysight обладает полной номенклатурой готовых коммерческих продуктов, которая гарантирует уверенное тестирование и оценку, начиная с цифрового моделирования во время исследований и разработок, и заканчивая системной интеграцией, полётными испытаниями и тестированием систем, находящихся в полной готовности.

Самостоятельно выбирайте отдельные компоненты для построения контрольно-измерительной системы или совместно со специалистами Keysight создавайте индивидуальные решения для тестирования и оценки средств РЭБ.

По материалам Keysight Technologies (www.keysight.com)

Основные особенности ручных ВЧ- и СВЧ-анализаторов FieldFox

- Более широкая полоса анализа — до 100 МГц — обеспечивает возможность тестирования систем 5G в полевых условиях;
- Захват самых слабых сигналов помех благодаря возможности широкополосных измерений в режиме реального времени (RTSA);
- Достоверные измерения в диапазоне частот до 50 ГГц: точность измерений сопоставима с точностью настольных приборов;
- Прочная и надежная конструкция обеспечивает соответствие жестким требованиям военных стандартов и позволяет эксплуатировать приборы в самых неблагоприятных условиях;
- Модели миллиметрового диапазона весят на 30% меньше, чем другие портативные приборы;
- Возможность выбора конфигурации, наилучшим образом отвечающей потребностям тестирования: анализатор антенно-фидерных устройств, векторный анализатор цепей, анализатор спектра или комбинированный анализатор «все в одном».

Keysight Technologies, the world's leader in electronic measurement, provides complete end-to-end solutions for designing, testing, and verifying Electronic Warfare (EW) System Under Test. With Keysight's full range of commercial off-the-shelf (COTS) building blocks test confidently and evaluate starting with digital modeling in research and development all the way through system integration, flight tests, and fully operational systems.

ИТОГИ ПЕРВОЙ ОНЛАЙН-ВЫСТАВКИ ELECTRONICA 2020



electronica

FINAL REPORT ON THE FIRST ONLINE EXHIBITION ELECTRONICA 2020

Александр Афонский (Alexander Afonskiy), Татьяна Афонская (Tatiana Afonskaya), Мария Боровская (Maria Borovskaya)

Как мы уже сообщали в октябрьском выпуске нашего журнала, выставка electronica, которая проводится каждые 2 года в Мюнхене, не миновала изменений, и она также была переведена в виртуальный формат, как и многие крупные промышленные выставки. И причина этому — ее масштабность и невероятное количество желающих принять в ней участие людей, что в текущих условиях, вызванных распространением коронавируса, недопустимо. Организатор выставки, Messe München, принял решение сделать из electronica виртуальную выставочную площадку, а также сдвинуть даты ее проведения на 1 день. Так, онлайн-electronica прошла с 9 по 12 ноября 2020 г. В нашем обзоре мы расскажем об основных темах, обсуждаемых на виртуальной выставке, приведем в пример мнение экспертов, касаемо технологий будущего, а также расскажем об измерительных приборах, представленных в виртуальных залах electronica.

ЦИФРЫ И ФАКТЫ

Несмотря на то, что выставка прошла в подобном онлайн-формате впервые, в ней приняли участие свыше 200 экспонентов из 25 стран, которые демонстрировали свои разработки в 12 виртуальных выставочных залах. С любой из компаний-участников можно было связаться посредством видеосвязи или чата, а также узнать больше о новинках таких областей, как автомобильная электроника, элементы встраиваемых систем, полупроводники, беспроводные технологии, программное и аппаратное обеспечение, интернет вещей (IoT), LED-технологии, дисплеи, печатные платы и многое другое. Выставку посетило 8253 онлайн-участника! В общей сложности, 52% посетителей являлись иностранными гостями. Помимо Германии, самое большое число онлайн-посетителей было из следующих стран (в указанном порядке): Австрия, Италия, Япония,



Рис. 1. В фойе виртуального выставочного центра

Великобритания, Швейцария и США. В среднем, около 4500 пользователей посещали виртуальную выставку каждый из четырех дней ее работы.

НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Четырехдневная деловая программа electronica этого года практически не уступала мероприятиям прошлых лет. За четыре дня было проведено сразу несколько онлайн-форумов и конференций, посвященных самым актуальным темам.

В частности, в рамках форума по кибербезопасности обсуждались практически примеры систем безопасности в автомобильной, медицинской областях, а также в сфере интернета вещей.

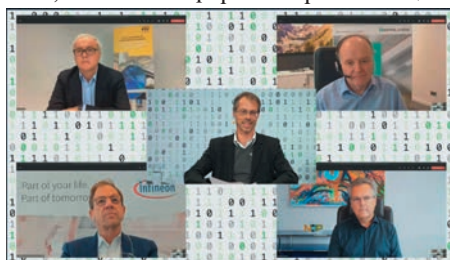


Рис. 2. Конференции electronica проводились в прямом эфире

На форуме, посвященном встраиваемым системам, участники имели возможность ознакомиться с инновациями и тенденциями в мире программного обеспечения, вариантами применения ПО и их функциональными особенностями, а также обсудить примеры внедрения технологий искусственного интеллекта в подобные системы.

Форум по силовой электронике продемонстрировал, каким будет будущее аккумуляторных батарей и систем питания.

Печатная электроника — еще одно направление, активно обсуждаемое в рамках electronica. Благодаря непрерывному развитию технологий печатной электроники, ее легкости, гибкости, тонкости и низкому уровню производственных затрат, она все больше используется в самых разных отраслях — в бытовой электронике, автомобильной промышленности, здравоохранении и многих других сферах. Форум, посвященный данной тематике, охватил достаточно широкую аудиторию и стал интересен как новичкам, так и крупным разработчикам готовых материалов и продукции с применением такой технологии.

Конференция Medical Electronics



Рис. 3. Онлайн-конференция Medical Electronics

была посвящена инновационным медицинским технологиям. На конференции выступили представители таких крупных организаций, как GE Healthcare, Maxim Integrated и Texas Instruments. Особое внимание было уделено вопросам безопасности и мобильности систем мониторинга здоровья человека.

Аналогичным образом прошла онлайн-конференция по встраиваемым платформам, во время которой эксперты ON Semiconductor, Phoenix Contact, Qualcomm и Würth Elektronik обсудили такую популярную тему, как машинное обучение.

В течение целых трех дней проходило мероприятие под названием Wireless Congress, посвященное разработке и применению беспроводных технологий в различных отраслях промышленности, их безопасности, а также возможности увеличения скорости передачи данных посредством 5G.

10 ВАЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ 2020 ГОДА

Помимо форумов и конференций-сессий, выставка electronica запомнилась яркими презентациями, проводимыми в прямом эфире. Особое внимание среди них завоевало выступление Дэвида Керли — вице-президента исследовательской и консалтинговой компании Gartner (www.gartner.com), специализирующейся на рынках информационных технологий. Г-н Керли озвучил топ-10 основных трендов, которые, по мнению Gartner, приобрели существенное влияние в условиях непростого 2020 года и будут продолжать свое развитие. Данный топ-лист Gartner не должен утратить своей актуальности и в будущем.

Среди основных тенденций было выделено следующее:

1. Гиперавтоматизация. Этот емкий термин характеризует собой все типы инструментов автоматизации, таких как: машинное обучение, программное обеспечение и робототехника. Это весь спектр

механизмов для автоматизации производственных процессов и их анализа, а также система их контроля и регулирования. Гиперавтоматизация особенно активно стала развиваться в условиях пандемии.

2. Мультиреальность. К 2028 году, по прогнозу компании, произойдет, в буквальном смысле, революция в восприятии пользователем цифрового мира, оно выйдет совершенно на новый уровень. Привести к этому должна совокупность новейших технологий, таких как виртуальная, дополненная и смешанная реальности, которые уже сейчас у всех на слуху и известны своими свойствами и особенностями.

3. Демократизация процессов. Под термином «демократизация» подразумевается предоставление пользователям доступа к техническим процессам посредством упрощенного метода получения информации и данных. При этом исключается необходимость в дорогостоящем обучении. Gartner ожидает, что к 2023 году демократизация станет особенно заметна в нескольких направлениях: анализе данных, проектировании и разработке. В будущем будет легче получить доступ к специальным знаниям в технических и деловых областях, а дорогие учебные курсы, возможно, и вовсе станут считаться пережитком прошлого.



Рис. 4. Презентация Дэвида Керли, посвященная 10 технологическим тенденциям 2020 г.

4. Развитие человеческих возможностей. Технологии в значительной степени расширяют возможности человека. Популярны носимые электронные устройства, используемые человеком, помогают укрепить его физическое здоровье. Улучшение когнитивных же способностей происходит за счет открытого доступа к различной информации, которую предоставляют компьютерные системы и устройства. Все это должно привести к улучшению качества жизни в будущем.

5. Автономные системы. Примерами автономных систем являются роботы, дроны, беспилотные транспортные средства и приборы. Все это в будущем будет только развиваться.

6. Прозрачность и отслеживаемость. В современном мире все чаще возникает потребность в большей защите личной информации, ее контроле. По мнению Gartner, системы защиты персональных данных и сохранения конфиденциальности должны быть ясны пользователю и тщательным образом контролироваться.

7. ИИ-безопасность. Все большую роль в защите данных играют технологии на базе искусственного интеллекта. Искусственный интеллект способен на должном уровне справиться с самыми распространенными видами информационных угроз. Кроме того, в большинстве случаев, применение ИИ-технологий для обеспечения информационной безопасности организации сокращает время выявления проблем и реакции на потенциальные угрозы. Данное направление, несомненно, будет продолжать совершенствоваться.

8. Периферийные вычисления и, в частности, мобильные периферийные вычисления в сетях 5G позволяют проводить быстрый и всеобъемлющий анализ данных. В будущем это будет способствовать открытию новых возможностей для получения более качественной информации.

9. Распределенное облако. Такая система хранения данных характеризуется расположением общедоступных облачных сервисов за пределами физических центров обработки данных провайдера, что исключает многие технические проблемы. По мнению Gartner, это новая эра облачных вычислений.

10. Технология блокчейн. Данная технология сокращает время проведения транзакций, исключает возможные ошибки вследствие человеческого фактора, а также улучшает качество защиты потока денежных средств, меняя финансовый мир в целом.

Таковым оказался список тенденций 2020 года, представленный компанией Gartner.

КОНКУРС **electronica FAST FORWARD 2020**

Как известно, новые тенденции требуют свежих решений. Организаторы **electronica** всегда очень положительно относились к разработкам компаний-стартапов, потому что именно такие молодые организации способны выдавать самые смелые идеи. Именно их называют «игроками завтрашнего дня».

В поддержку «игроков» был проведен третий по счету в истории **electronica** конкурс **Fast Forward**, в котором приняло участие 20 международных стартапов. Премия **Fast Forward Award** вручалась с учетом двух основных параметров. В первую очередь, оценивалась степень инновационности, присущая участникам конкурса в подходе к вопросам электронных разработок, а также способность креативного мышления для дальнейшего развития электронной промышленности.

Представляем победителей:

Первое место заняла венгерская компания **AXS Motion system Ltd.** (www.axsco.com) за свою эргономичную экспертную систему датчиков на базе искусственного интеллекта, которая сканирует движения человека, фиксирует усилия мышц, прилагаемых им в процессе работы. На основе записанных данных и благодаря уникальному



Рис. 5. Специалисты **AXS Motion system Ltd.** демонстрируют свою систему датчиков

«ноу-хау» компании в области распознавания движений, производится автоматическая оценка физического состояния человека и, соответственно, качества его рабочего места.

Второе место занял немецкий стартап **Micropack-3D** (www.micropack3d.com) за изобретенную настраиваемую электронную упаковку, представляющую собой корпус и соединение интегральных схем. Такая система включает в себя защиту от механических повреждений, перепадов температуры, электростатического разряда. Цель компании — создание новых поколений адаптированной и специализированной электроники с минимальными производственными сроками.



Рис. 6. Команда **Micropack-3D**

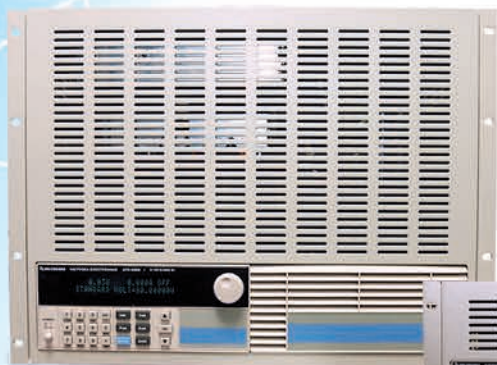
На третьем месте оказалась компания, тоже из Венгрии, **e-Fásli Ltd** (www.e-fasli.hu) за свое умное устройство, состоящее из датчиков и приложения, для термотерапии, способное поддерживать температуру до 45 °С. Данные о пользователе, его заболевании и симптомах сохраняются в мобильном приложении для дальнейшего мониторинга.



Рис. 7. Система для термотерапии от компании **e-Fasli Ltd**

Все победители были удостоены денежного вознаграждения, а обладатель первого призового места, компания **AXS Motion system Ltd.**, уже получила место под выставочный стенд на **electronica 2022**.

Профессиональные программируемые нагрузки постоянного тока Актаком



ATH-8360 ATH-8365 ATH-8366
AEL-8600, AEL-8605, AEL-8608



ATH-8180 ATH-8185
ATH-8240 ATH-8245



ATH-8020
ATH-8030
ATH-8036



ATH-8060 ATH-8065
ATH-8120 ATH-8125

- Высокая точность установки / измерения параметров - 0,03% / 0,015%
- Четыре основных режима (CV, CC, CR, CW) и два комбинированных (CC+CV, CR+CV) режима стабилизации
- Статический, динамический, импульсный режимы работы
- Автоматическое тестирование
- Работа по пользовательскому списку
- Вход внешнего запуска
- Режим тестирования батарей
- Встроенные вольтметр и амперметр
- Защита от перегрузки по напряжению, по току, по мощности, переплюсовки и перегрева
- Дистанционное управление от персонального компьютера

Модель	ATH-8020	ATH-8030	ATH-8036	ATH-8060	ATH-8065	ATH-8120	ATH-8125
Мощность	200 Вт	300 Вт	300 Вт	600 Вт	600 Вт	1200 Вт	1200 Вт
Входной ток	0...30 А	0...30 А	0...15 А	0...120 А	0...30 А	0...240 А	0...60 А
Входное напряжение	0...150 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В
Модель	ATH-8180	ATH-8185	ATH-8240	ATH-8245	ATH-8360	ATH-8365	ATH-8366
Мощность	1800 Вт	1800 Вт	2400 Вт	2400 Вт	3600 Вт	3600 Вт	3600 Вт
Входной ток	0...240 А	0...120 А	0...240 А	0...120 А	0...240 А	0...120 А	0...480 А
Входное напряжение	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В

Оборудование включено в Государственный реестр средств измерений

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru



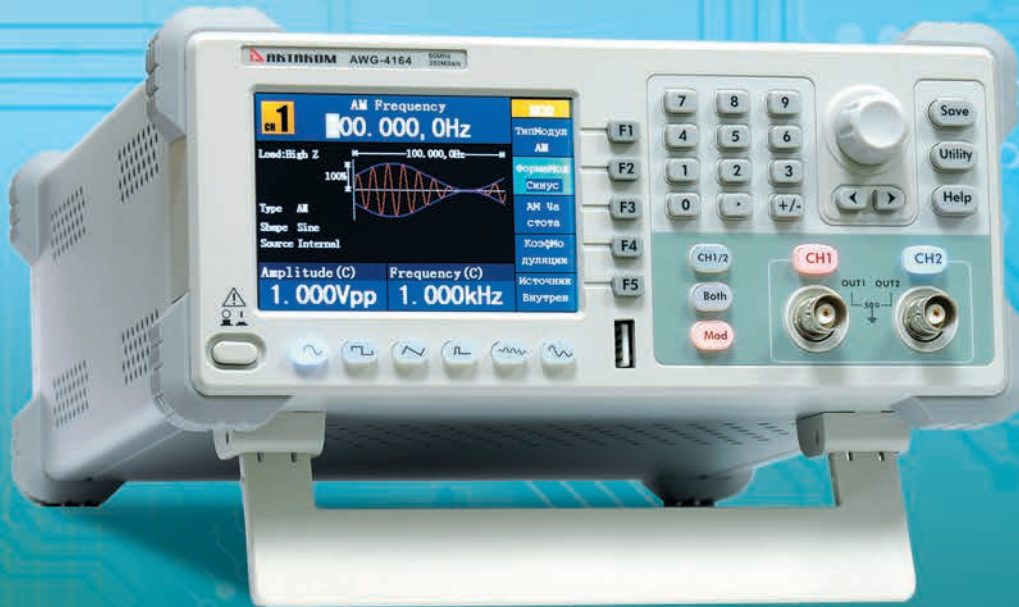
ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный);
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



Узнайте цену

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ СЕРИИ AWG-41XX

- ✓ Прямой цифровой синтез (DDS)
- ✓ Вертикальное разрешение 14 бит
- ✓ Режимы модуляции: АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ШИМ
- ✓ Режим свипирования по частоте
- ✓ Режим формирования пачек импульсов
- ✓ Форма вых. сигнала: 5 стандартных и до 45 пользовательских
- ✓ Встроенный частотомер до 200 МГц
- ✓ Входы/выходы внешней синхронизации и тактирования
- ✓ Дисплей: 3,9" ЖК TFT (480x232) поддержка графического отображения формы
- ✓ Интерфейсы USB-device/host; LAN*, RS-232*



Новинка!



	AWG-4112	AWG-4124	AWG-4152	AWG-4164	AWG-4151
Количество каналов	2	2	2	2	1
Частотный диапазон (синус)	1 мГц...10 МГц	1 мГц...25 МГц	1 мГц...50 МГц	1 мГц...60 МГц	1 мГц...150 МГц
Разрешение по частоте	1 мГц				
Амплитуда (50 Ом)	1 мВ _{п-п} ...10 В _{п-п}				10 мВ _{п-п} ...10 В _{п-п} (≤10 МГц)
Разрешение по амплитуде	1 мВ _{п-п} или 14 бит				
Формирование сигнала	125 Мвыб/с, 14 бит, 8 К точек		250 Мвыб/с, 14 бит, 1 М точек		400 Мвыб/с, 14 бит, 1 М точек

* только для AWG-4151



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ
НА www.eliks.ru



НОВИНКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

И конечно, мы не могли пройти мимо новинок измерительной техники, демонстрировавшихся онлайн в дни работы выставки. Среди компаний-участников можно было отметить сразу несколько лидеров в области разработки и производства измерительного оборудования.

Так, в *electronica 2020* приняла участие компания Keysight Technologies (www.keysight.com), которая продемонстрировала осциллографы смешанных сигналов новейшей серии Infiniium MXR. Это первые в мире осциллографы, сочетающие в себе функциональность 8 приборов и возможность синхронного использования 8 каналов, что позволяет инженерам быстро находить решения для возникающих проблем.



Рис. 8. Осциллограф Keysight серии Infiniium MXR

Новые осциллографы оборудованы 8 аналоговыми каналами с полосой до 6 ГГц и 16 синхронными цифровыми каналами. Данное решение позволит пользователям уменьшить длительность испытаний и сложность рабочих процессов, повысить эффективность и обеспечить точность и воспроизводимость многоканальных измерений на одном приборе.

Новые осциллографы Infiniium MXR располагает широким набором программных решений для испытаний на целостность питания, тестирования высокоскоростных схем и проверки разработанных устройств. Встроенное программное обеспечение включает функцию поиска неисправностей, которая позволяет ускорить



Рис. 9. Осциллограф Keysight серии Infiniium EXR

определение первопричины и облегчить устранение редких или случайных ошибок.

Также компания Keysight представила новый усовершенствованный осциллограф Infiniium серии EXR. Данные осциллографы представляют собой ограниченную (упрощенную) версию вышеупомянутых осциллографов Infiniium MXR. Устройства EXR-серии поддерживают одновременную работу до 8 аналоговых каналов на частоте 2,5 ГГц и 16 независимых цифровых каналов.

Осциллографы Infiniium серии EXR и MXR оснащены новейшими специализированными ИС, которые обеспечивают работу нескольких интегрированных программных решений, в том числе осциллографа, цифрового вольтметра (ЦВМ), генератора сигналов специальной формы, построителя кривых Боде, счетчиков, анализатора протоколов и логического анализатора.

Своими новыми моделями измерительных приборов приятно удивила компания Rigol (www.rigol.com), на онлайн-стенде которой можно было увидеть сразу несколько новинок.

Среди новинок демонстрировались новые модели генераторов сигналов серии DSG800 — DSG821A (9 кГц...2,1 ГГц) и DSG836A (9 кГц...3,6 ГГц). Во всех моделях РЧ генераторов данной серии можно активировать покупкой дополнительных опций функции модулятора и генератора импульсов. Отличительными особенностями новых генераторов с индексом «А» являются наличие встроенных модулятора и векторного генератора сигналов с I/Q модуляцией с соответствующими входами и выходами на панели прибора.



Рис. 10. Генератор сигналов серии DSG800

Новые генераторы сигналов Rigol являются эффективным инструментом для разработки и тестирования потребительской электроники, средств связи, аудио- и видеотехники и др. А возможность дистанционного управления по интерфейсу LAN (LXI) позволяет использовать их в измерительных лабораториях любой конфигурации.

Компания также продемонстрировала расширенную линейку анализаторов спектра реального времени RSA3000 и RSA5000. Теперь в модельном ряду анализаторов спектра Rigol появились модели не только со встроенным трекинг-генератором, но и с установленным КСВН-мостом, что позволяет использовать их в качестве векторных анализаторов. Новые модели имеют в своем на-

звании индекс «N»: RSA3015N (9 кГц...1,5 ГГц), RSA3030N (9 кГц...3,0 ГГц), RSA3045N (9 кГц...4,5 ГГц), RSA5032N (9 кГц...3,2 ГГц), RSA5065N (9 кГц...6,5 ГГц).

В качестве векторного анализатора они могут измерять такие параметры, как: коэффициент отражения (S11), коэффициент передачи (S21), расстояние до неоднородности (DTF).

Анализаторы спектра Rigol данной серии могут работать как в режиме обычного свипирующего анализатора спектра (GPSA режим), так и в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA).



Рис. 11. Новые анализаторы спектра реального времени Rigol RSA3000N и RSA5000N с функцией векторного анализатора

В этих анализаторах спектра используется инновационная технология Ultra-Real, которая обладает рядом преимуществ, в том числе позволяет проводить анализ спектра в реальном времени с гарантированным захватом сигнала: полоса анализа до 40 МГц (опция), скорость обработки до 146484 преобразований в секунду.

Среди новинок стоит также выделить новейшую измерительную систему Rigol Station MAX, представляющую собой сочетание функционала двух измерительных приборов — цифрового запоминающего осциллографа реального времени Rigol DS70004 и высокопроизводительного генератора сигналов произвольной формы DG70004.

Осциллограф DS70004 обладает полосой пропускания от 2,5 ГГц до 4 ГГц. Прибор имеет 4 входных аналоговых канала, а также внешний дополнительный канал с задающим сигналом синхронизации частотой 10 МГц. Частота дискретизации модели — 20 Гвыб/с. Скорость захвата осциллограмм составляет 1 млн. в секунду.

В новом осциллографе также имеется поддержка декодирования сигналов цифровой шины, теста джиттера, построения глазковых диаграмм, анализа согласованности. Поддержка режима высокой четкости отображения сигнала на дисплее происходит благодаря вертикальному разрешению до 16 бит.

Генератор DG70004 Station MAX способен обеспечивать формирование выходного сигнала с высокой точностью и малым шумом в соответствии с заданными параметрами или с параметрами, записанными в память прибора с помощью функции осциллографа. Ширина полосы пропускания генератора составляет 5 ГГц.



Рис. 12. Измерительная система Rigol Station MAX: комбинация осциллографа реального времени DS70004 и генератора сигналов произвольной формы DG70004

Среди прочих параметров стоит отметить применение уникальной технологии SiFi III, которая расширяет диапазон переменной частоты дискретизации до 5 Гвыб/с (125 Гвыб/с во время интерполяции).



Рис. 13. Система Rigol Station MAX оборудована широким сенсорным дисплеем с регулируемым углом наклона

Еще одной уникальной особенностью платформы Rigol Station MAX является выдвижной сенсорный дисплей 15,6". За счет его подвижности можно регулировать угол наклона для еще большего удобства пользователя.

Компания Rohde&Schwarz (www.rohde-schwarz.com) продемонстрировала широкий ассортимент измерительного оборудования, но особенно хотелось остановиться на новинке — векторном генераторе бюджетного уровня SMCV100B с частотным диапазоном от 4 кГц до 3/6/7,125 ГГц.

Новый генератор является универ-



Рис. 14. Новый генератор Rohde&Schwarz SMCV100B

сальной аппаратной платформой для получения тестовых сигналов практически всех стандартов для телерадиовещания (DVB-T/T2/H/S/S2/S2X, DAB, DRM, DTMB, ATSC, AM/FM/RDS/DARC), навигации (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou), связи (5G, LTE, HSPA+, TD-SCDMA, GSM, EDGE, Bluetooth, LoRa, WLAN и т.д.).

Наличие встроенного генератора произвольных сигналов с шириной полосы модуляции до 240 МГц и глубиной памяти до 1 млрд. выборки позволяет формировать любой нестандартный сигнал. Кодер реального времени позволяет получить сигналы различных видов модуляции без предварительной подготовки файла сигнала.

В приборе имеется режим потокового воспроизведения сигналов теле- и радиовещания в различных стандартах со встроенного накопителя или внешнего носителя, а также через интерфейс Ethernet (IP Data Streaming interface), что может быть полезно при длительных испытаниях на электромагнитную совместимость. Гибкая система опций, открываемых программными ключами, позволяет оперативно расширять функционал прибора по мере необходимости. Такие опции, как расширение частотного диапазона, увеличение выходной мощности и снижения фазового шума также могут быть открыты программными ключами.

На виртуальном стенде компании VX Instruments (www.vxinstruments.com)

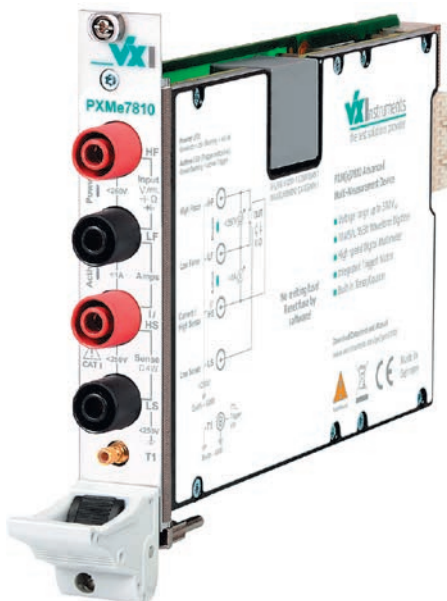


Рис. 15. Измерительный модуль PXM (e) 7810 от компании VX Instruments

можно было ознакомиться с измерительным модулем PXM (e) 7810. Устройство включает в себя функции: мультиметра (500 Впик-пик, 16 бит), дигитайзера (10 Мвыб/с, 16 бит), таймера/счетчика, а также матрицы срабатывания триггеров событий.

Наличие таймера/счетчика сигнала и матрицы срабатывания триггеров событий в сочетании с дополнительным интерфейсом ввода/вывода сигнала синхронизации на передней панели дают дополнительные возможности для создания сложных сценариев тестирования. Очень короткое время настройки для режима измерения и диапазоны измерений менее 1 мс значительно сокращают время тестирования.

КОГДА ПРОЙДЕТ СЛЕДУЮЩАЯ ВЫСТАВКА **electronica?**

В завершении хотелось бы сообщить даты будущей выставки, которые уже известны — она пройдет в 2022 году, с 8 по 11 ноября, традиционно в Мюнхене.

Организатор выставки, в целом, остался доволен уровнем проведения electronica в новом формате. Фальк Зенгер, управляющий директор Messe München, поставил мероприятию высокую оценку и выразил благодарность всем участникам: «В очередной раз electronica ярко продемонстрировала, насколько она важна для сферы электроники. Это центр встречи профессионалов, который дает возможность обменяться знаниями, поделиться опытом, найти новых деловых партнеров, наконец, electronica — это настоящий источник вдохновения. Мы, безусловно, рады, что выставка была интересна такой большой аудитории, нам было приятно снова собраться вместе спустя два года. Думаю, цифровые технологии, позволившие провести все запланированные мероприятия, останутся одной из важных составляющих наших мероприятий и в будущем. Благодарим всех за участие! И с нетерпением ждем встречи со всеми уже лично в 2022 году».

По материалам Messe München — организатора electronica 2020

www.electronica.de,
www.messe-muenchen.de.

Messe München organized the world leading trade fair and conference for electronics as a virtual event from November 9 to 12 this year. 209 exhibitors from 25 countries presented their electronic industry solutions and products as part of electronica virtual, the virtual format of electronica. A total of 8,253 unique users from 79 countries learned about electronic innovations and trends of the future in virtual exhibition halls and during four digital conferences.

НОВЫЕ ДАТЫ, НОВЫЙ ФОРМАТ И НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ. А ВЫ ГОТОВЫ К CES 2021?



NEW DATES, NEW FORMAT AND NEW TRENDS. ARE YOU READY FOR CES 2021?

Александр Афонский (Alexander Afonskiy), Татьяна Афонская (Tatiana Afonskaya), Мария Боровская (Maria Borovskaya)

В нашем августовском выпуске мы рассказали вам о новом формате, в рамках которого планируется проведение одной из самых крупных выставок потребительской электроники — CES 2021. Напомним, что Ассоциация потребительских технологий (СТА)[®] — организатор CES — старалась сделать все возможное, чтобы сохранить традиционный образ выставки, с ее многочисленными холлами, отведенными каждый под свою тематику и направление, с конференц-залами, заполненными людьми, и инновационными технологиями, которые можно увидеть вживую и протестировать... Но, к сожалению, было принято решение реформатировать выставку и провести ее посредством интернет-ресурсов. Помимо этого, недавно стало известно, что организатор решил перенести выставку на новые числа для наибольшего удобства виртуальных посетителей, и в 2021 году CES пройдет с 11 по 14 января!

В качестве технологического партнера для первой полностью цифровой выставки CES была выбрана компания Microsoft (www.microsoft.com). Именно эта организация предоставляет решения, поддержку и облачные технологии, чтобы создать идеальную базу для полностью цифровых мероприятий выставки CES 2021. Для демонстрации разработок, проведения СМИ-мероприятий и конференций будут задействованы такие платформы, как Microsoft Azure, Microsoft Teams и Microsoft Power Platform, которые создадут качественное рабочее пространство для обмена данными и файлами, видео-чата и станут прочной основой для взаимодействия и поддержания бизнес-процессов. Организаторы не сомневаются, что такой комплексный подход к формированию виртуальной выставочной площадки поможет собрать вместе все мировое технологическое сообщество.



Рис. 1. Карен Чупка, старший вице-президент СТА

«CES — это действительно глобальное мероприятие, уникальное по своим масштабам и разнообразию аудитории. — Сообщила Карен Чупка, старший вице-президент СТА. — Для полностью цифровой выставки мы искали платформу, которая позволит участникам со всего мира просто, а главное, безопасно стать частью этого события».

«После тщательного поиска мы остановили свой выбор на компании Microsoft за ее глубокие технические знания, масштабность и опыт в создании уникальных цифровых решений». — Поделится своим мнением президент СТА Гэри Шапиро. — Microsoft — это мировой лидер в области инноваций, и мы с нетерпением ждем возможности поработать с ним, чтобы представить миру выставку CES 2021 в новом облике».



Рис. 2. Крис Капоссела, вице-президент и директор по маркетингу Microsoft Corp.

Вице-президент и директор по маркетингу Microsoft Corp. Крис Капоссела также отметил: «Цифровые мероприятия — это всегда возможность переосмыслить уже имеющиеся идеи и решения, отточить их, сделать индивидуальными для конкретного случая. Используя возможности экосистемы Microsoft, мы будем рады помочь ассоциации СТА воплотить идею виртуального формата CES в жизнь. У нас есть огромный опыт в проведении различного рода онлайн мероприятий, а также примеры работы наших платформ в проектах клиентов и партнеров. Поэтому мы надеемся, что нам удастся достичь именно того высокого уровня CES, которого так ожидают будущие участники».

Помимо нового формата, существенные изменения претерпит и деловая программа CES. В обычном своем представлении, это шестидневное мероприятие, первые два дня из которых, непосредственно перед открытием самой выставки, полностью посвящены конференциям и презентациям для представителей СМИ. В этот период у участников есть

уникальная возможность продемонстрировать свои разработки средствами массовой информации, охватив тем самым большую аудиторию. CES 2021 будет идти, в общей сложности, 4 дня, первый из которых, 11 января, планируется отвести под пресс-конференции и выступления лидеров крупнейших компаний, приносящих неоспоримый вклад в область потребительской электроники. Выступления пройдут в прямом эфире.

В частности, вас ждет выступление Лизы Су, президента Advanced Micro Devices (AMD) (www.amd.com). Компания является крупнейшим производителем интегральной микросхемной электроники. Доктор Су расскажет, каким видится компании AMD будущее исследовательской области, сферы образования, работы, развлечений и игр, а также поделится информацией о новых высокопроизводительных вычислительных и графических решениях компании.



Рис. 3. Лиза Су, президент AMD

«Технологии AMD лежат в основе одних из самых популярных сегодня потребительских товаров и услуг. Совершенствуя и внедряя свои устройства, мы значительно расширяем возможности современных персональных компьютеров, онлайн-сервисов. — Сообщила Лиза Су. — В моем докладе будут представлены передовые разработки компании, имеющие прямое отношение ко многим сферам нашей жизни. Поэтому я с нетерпением жду этого выступления, мне есть, что рассказать и чем поделиться со слушателями».

Еще одним докладчиком станет исполнительный директор General Motors (GM) (www.gm.com) Мэри Барра, которая подробно расскажет о новейших идеях и стратегиях GM. Карьера г-жи Барра в GM началась в 1980 году, когда она была еще студентом-практикантом. С тех пор она работала в разных подразделениях компании, от разработки до поставки

готовых решений, и как нельзя лучше знакома со всей спецификой производственных процессов организации. Опыт работы Мэри Барра в General Motors по настоящему впечатляет, и ее доклад обещает быть одним из самых интересных.



Рис. 4. Мэри Барра, исполнительный директор General Motors

К выступающим присоединится также Ханс Вестберг — исполнительный директор крупнейшего в США поставщика услуг беспроводной связи Verizon Communications (www.verizon.com).

«В докладе Verizon в рамках CES будет подробным образом отображена роль 5G в современном мире. Это основа 21 века, — сообщил г-н Вестберг, — важнейшая технология для нашего настоящего и будущего. Мы можем в значительной степени шагнуть вперед и продвинуть такие области, как телемедицина и телеобучение, а также многие другие жизненно важные отрасли».

Кстати, области, названные Хансом Вестбергом, являются одними из самых широко используемых ввиду обстоятельств, которые всех нас застали врасплох — эпидемии коронавируса. Современные средства коммуникаций для дистанционного предоставления врачебных и консультационных услуг набрали большую популярность за последнее время. Многие же студенты и школьники были вынуждены обучаться дистанционно, а сотрудники большинства компаний перешли на удаленный режим работы. Все это также потребовало от поставщиков услуг связи тщательного контроля и качества. Об этих и других тенденциях можно узнать из конференц-сессий CES Unveiled уже сейчас.



Рис. 5. Ханс Вестберг, исполнительный директор Verizon Communications



Рис. 6. Гэри Шапиро, президент СТА, во время видео-сессии CES Unveiled

«Как такое возможно? — Спросите вы. — Ведь CES будет только в январе 2021 года». Ответ прост — организаторами было принято решение провести очередную конференцию CES Unveiled в виде небольших сессий-диалогов президента СТА Гэри Шапиро с представителями различных организаций. Данные видео-сессии уже доступны в записи на сайте CES по ссылке www.ces.tech/Events-Programs/CES-Unveiled.

Итак, какие направления, помимо уже названных, по мнению респондентов, стали наиболее популярными в свете последних событий?



Рис. 7. Одни из наиболее развитых направлений, озвученных в рамках CES Unveiled

На первые позиции выходят онлайн-купля-продажа и массовый переход на безналичный расчет. Чтобы избежать распространения COVID-19 люди перешли на самоизоляцию, поэтому продукты питания все больше стали заказываться и оплачиваться онлайн.

Бесконтактная доставка — еще одно популярное направление. Причем, в Западных странах также активно практиковалась доставка с помощью дронов и специальных роботов. К услугам последних, кстати, все чаще стали прибегать для проведения уборки помещений и их обработки дезинфицирующими средствами.

В значительной степени шагнули вперед автоматизация производства и дистанционное управление процессами. У многих специалистов появилась возможность осуществлять удаленный контроль над производственными операциями. Это, в свою очередь, потребовало совершенствования облачных ресурсов и качества передачи данных.

Технологии «умного» дома стали особенно широко использоваться. Сейчас можно заметить, что в работу многих офисных зданий и торговых центров внедряют специальные датчики, которые от-

крывают и закрывают двери, запускают лифты, включают и выключают свет и воду, активируют и отключают системы вентиляции в соответствии с температурным режимом помещения и т.д. Все это применяется с одной целью — создать для людей максимально комфортные и безопасные условия для работы и досуга.

К слову о досуге. Отмечается заметный рост спроса на виртуальные концертные площадки и кинозалы. Онлайн-ресурсы для виртуальных выставок тоже в последнее время пользуются большой популярностью.

Более подробно перечисленные темы будут освещаться в ходе конференций, которые пройдут в прямом эфире 12, 13 и 14 января. Кроме того, в эти дни можно будет увидеть презентации участников выставки и ознакомиться с новейшими разработками. Конечно, надо отметить, что особое внимание все же будет уделено вопросам здоровья, искусственному интеллекту и системам улучшения качества жизни. Поделится информацией о некоторых из них.

Так, компания поставщик аппаратного и программного обеспечения IBM (www.ibm.com), совместно с фармацевтической компанией Pfizer (www.pfizer.com), проведет презентацию, посвященную уникальной системе искусственного интеллекта. Система способна с точностью до 71% распознать ранние признаки болезни Альцгеймера за 7 лет до постановки клинического диагноза! Человеку предлагается описать ситуацию на картинке. Тем временем программа искусственного интеллекта тщательно следит за речью говорящего,



Рис. 8. Система IBM способна распознать болезнь Альцгеймера по речи человека

отмечая многословие, повторения, ошибки в оборотах и выявляя скрытые семантические структуры, свидетельствующие о возможном развитии Альцгеймера. При оценке речи также учитывается возраст и пол говорящего. А как известно, если начать действовать заранее, можно снизить риски развития болезни.

Системы искусственного интеллекта способны следить не только за нашим умственным, но и физическим состоянием. К сожалению, процесс старения еще никто не смог победить, но его можно существенно приостановить, проанализировав

ЦИФРОВЫЕ RLC-МЕТРЫ

Контроль тестового уровня



Встроенный источник смещения

Анализ трансформаторов



CV-метрия!



Графический анализ кривых резонанса



1 МГц!

AM-3028

Параметры	AMM-3046	AMM-3038/3058	AMM-3068/3088	AM-3028
Точность	0,05 %	0,05 %		0,05 %
Тестовая частота (макс.)	200 кГц	300 кГц/ 1 МГц		1 МГц
ЖК-дисплей	6 разрядов TFT	6 разрядов TFT (480x272)	6 разрядов TFT (800x480)	6 разрядов (320x240)
Ёмкость	0,00001 пФ...10 Ф			
Индуктивность	0,01 нГн...100 кГн			
Сопротивление	0,01 МОм...100 МОм			



AM-3055

карманный

AMM-3033



Регистратор

+ мультиметр

AM-3128



100 кГц

**AM-3123
AM-3125**



DCR

10/100 кГц

Параметры	AM-3055	AMM-3033	AM-3128	AM-3123/AM-3125
Точность	1,2 %	0,5 %	0,25 %	0,25 %
Тактовая частота (макс.)	3 Гц	10 кГц	100 кГц	10 кГц (AM-3123) 100 кГц (AM-3125)
ЖК-дисплей	3 1/2 разряда; однострочный	3 5/6 разрядов; однострочный	4 1/2 разряда; двухстрочный	5 разрядов; двухстрочный
Схемы измерения	2-х проводная	2-х проводная	3-х, 5-ти проводная	3-х, 5-ти проводная
Ёмкость	1 пФ...60 мФ	0,1 пФ...600 мкФ	0...20 мФ	0,01 пФ/0,001 пФ...20 мФ
Индуктивность	—	0,1 мкГн...100 Гн	0...1000 Гн	0,01 мкГн/0,001 мкГн...1 кГн
Сопротивление	0,1 Ом...60 МОм	0,1 Ом...60 МОм	0...20 МОм	0,1 Ом...10 МОм

Читайте об измерении паразитных параметров и сортировке RLC-компонентов на www.eliks.ru в разделе "Решения"



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

Подписывайтесь на каналы aktakom:



НОВОЕ ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Монтажные паяльные станции



ASE-1116



ASE-1119

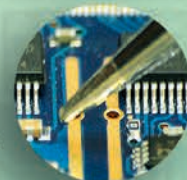


ASE-1111



ASE-1115

- Компактные размеры
- Диапазон температур от 100 до 480 °C
- Керамический нагреватель
- Низковольтный паяльник
- Мощность паяльника до 60 Вт
- 3 предустановленные температуры (ASE-1115)



@aktakom

Термовоздушные паяльные станции

- Мощность 700 Вт
- Цифровая индикация
- Температурный диапазон 100...480 °C
- Компактные размеры
- Бесщёточный вентилятор
- Антистатическое исполнение



ASE-4502

Индукционные паяльные станции

- Цифровой ЖК-дисплей
- Максимальная мощность 90 Вт
- Температурный диапазон 90...480 °C
- Возможность использования для бессвинцовой пайки
- Режим блокировки температуры паролем
- Быстрый нагрев жала



ASE-1202

Многофункциональные паяльные станции

- 2 канала: монтаж, пайка горячим воздухом
- Мощность до 760 Вт
- Термовоздушный паяльник: темп. нагрева до 450 °C / поток 24 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °C)
- Большой выбор наконечников
- Цифровой индикатор
- Простое управление



ASE-4205

- 2 канала в 1 корпусе (монтаж/демонтаж)
- Цифровая индикация температуры
- Диапазон температур (монтажный канал) 200...500 °C
- Диапазон температур (демонтажный канал) 300...500 °C
- Мощность паяльников 60 Вт
- Эргономичная конструкция паяльников
- Схема контроля температуры



ATP-3101



образ жизни человека и внеся своевременные корректировки. Искусственный интеллект способен выявлять причинно-следственные связи с помощью шаблонов на основе медицинских данных, изображений человека, его привычек. Все это дает возможность системе определять биомаркеры, которые можно объективно измерить, и которые могут служить в качестве индикатора биологических процессов. Это серьезное направление, требующее основательного подхода, и пока оно только изучается. Участники CES смогут узнать больше информации, послушав онлайн-презентацию компании IBM.

Образ жизни человека включает в себя также и определенные гастрономические предпочтения. Компания Impossible Foods (www.impossiblefoods.com) расскажет об основах правильного питания в своей презентации. Компания считает, что основная проблема ухудшения самочувствия человека заложена в потреблении продуктов животного происхождения. Организация занимается производством мяса на растительной основе, а теперь планирует выпускать растительное молоко и яйца. Причем по своим вкусовым качествам, по заверению производителя, данные молекулярные продукты не будут отличаться от привычных.



Рис. 9. Рэйчел Конрад, директор по коммуникациям Impossible Foods

«CES — объединение самых передовых технологий мирового уровня. — Сообщила Рэйчел Конрад, директор по коммуникациям Impossible Foods. — А еда — это нечто большее, более совершенная технология. Это союз науки и природы. Наша компания планирует ускорить разработку продуктов следующего поколения, включая морепродукты, курицу, молоко, яйца и многое другое. Причем не только по вкусу, но и свойствам. Например, наше молоко можно кипятить, вспенивать и использовать для производства сыра. А наши стейки будут так же аппетитно шипеть на сковороде при жарке, как и обычные».

Компания ставит перед собой крайне амбициозную цель — устранить животных и птиц из пищевой цепочки к 2035 году.

Компания BrainCo (www.brainco.tech) в ходе своей презентации продемонстрирует новый протез руки на базе искусственного интеллекта, который управляется с помощью мозговых волн и сигналов мышц. Новый протез сможет предоставлять еще больше свободы своим обладателям, делая возможным не только простое рукопожа-



Рис. 10. Протез на базе искусственного интеллекта. Человек с таким протезом сможет писать и даже играть на фортепьяно.

Специалисты Singular Hearing (www.heardthatapp.com) продемонстрируют новое решение для людей с нарушением слуха. Приложение компании под названием HeardThat использует искусственный интеллект для подавления фонового шума, что позволяет пользователям более отчетливо слышать речь собеседника. Происходит это за счет алгоритмов искусственного интеллекта, которые позволяют отделить речевые модели от обычного шума. Приложение способно работать как со слуховыми аппаратами (основное его назначение), так и с обычными наушниками, что очень удобно, если пользователю необходимо вести беседу в шумной обстановке.



Рис. 11. Приложение HeardThat может использоваться как со слуховыми аппаратами, так и наушниками

Голландская компания Envision (www.letsenvision.com) представит приложение нового поколения для слепых и слабовидящих людей. Программа обладает компьютерным зрением, системой распознавания лиц и функцией голосового помощника. После установки на смартфон она начинает работать совместно с видеочкамерой устройства. Данное решение создано, чтобы помочь человеку лучше ориентироваться в пространстве. Оно способно описать окружающую обстановку, включая цвета, зачитать текст, на который направлена камера смартфона, а также «узнает» и сообщает о нахождении рядом знакомого человека.

Еще больше интереснейших новинок можно будет увидеть на виртуальной площадке CES 2021!

В завершении хотелось бы отметить,

что из-за вспыхнувшей пандемии всему миру пришлось научиться жить и работать в довольно непривычных условиях. Организаторы CES провели исследование и небольшой опрос среди стартапов, которым пришлось особенно сложно, чтобы выяснить, что же помогло таким молодым компаниям не просто остаться на плаву, но и суметь быстро адаптироваться и укоренить свои позиции. Стартапам будет посвящена отдельная конференция, на которой можно будет узнать об успехах компаний из первых уст.

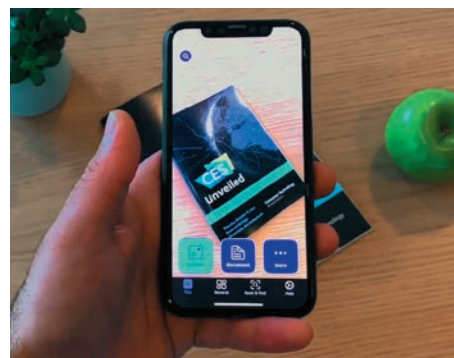


Рис. 12. Приложение Envision способно описать окружающую обстановку

К слову, уже сейчас на сайте CES приведены основные озвученные правила ведения бизнеса, которые могут быть полезны не только новичкам, но и уже опытным организациям. Во-первых, у руководства не должно быть тайн перед сотрудниками. Если есть плохие новости, все сотрудники компании должны быть в курсе и готовиться к возможным переменам заранее. Во-вторых, оставаться открытыми перед клиентами и партнерами, стараться держать их в курсе любых изменений. В-третьих, не бояться этих изменений, потому что они не всегда во вред. Даже в непростых условиях необходимо сохранять спокойствие, гибкость ума и способность к нестандартному мышлению.

Именно эти три правила были взяты за основу при организации предстоящей, несколько нестандартной, цифровой выставки CES 2021. Напомним про основные даты:

- выставка пройдет с 11 по 14 января 2021 г. онлайн;
- регистрация для виртуального посещения выставки открыта с 1 декабря 2020 г. на сайте CES, www.ces.tech.

При использовании материалов: www.ces.tech, www.cta.tech, www.pexels.com

For more than 50 years, CES® has been the global stage for innovation. And the all-digital CES 2021 will continue to be a platform to launch products, engage with global brands and define the future of the tech industry. An all-digital CES 2021 will be held on January 11-14, 2021, and it will allow the entire tech community to safely share ideas and introduce the products that will shape our future. You'll be able to participate in all the awe-inspiring moments of CES wherever you are in the world.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ: ПРИЛОЖЕНИЯ

ГОСТ Р 58771–2019 — ШАГ ВПЕРЕД ИЛИ ДВА ШАГА НАЗАД ДЛЯ ISO/IEC 17025–2019

MATHEMATICAL THEORY OF MEASUREMENT PROBLEMS: APPLICATIONS GOST R 58771–2019 — ONE-STEP FORWARD OR TO STEPS BACK FOR ISO/IEC 17025–2019

Левин С.Ф. (S. Levin), доктор технических наук, профессор, Московский институт экспертизы и испытаний

ВВЕДЕНИЕ

ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» **обязал** органы, осуществляющие испытание, калибровку и отбор образцов для последующих испытаний **объективно** оценивать **риски статистических предположений, ложноположительных и ложноотрицательных решений** о соответствии установленным требованиям. Согласно п.7.8.6.1, «если по результатам испытания или калибровки делается заключение о соответствии спецификации или стандарту, лаборатория **должна документировать правило принятия решения, принимая во внимание уровень риска, связанный с применяемым правилом принятия решения, и применить данное правило**».

Так «добровольный» порядок расчета достоверности контроля (риска) согласно Приказу Росстандарта от 23 декабря 2010 г. № 997-ст о введении ГОСТ Р 8.731–2010 «ГСИ. Системы допускового контроля. Основные положения» **закончился**.

В 2019 году еще действовал ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска», идентичный стандарту ISO/IEC 31010:2009 «Risk management — Risk assessment techniques», определившему **риск** как «влияние неопределенности на цели», дававшему 31 метод его расчета и указавшему: **подход Байеса и метод Монте-Карло для целей расчета риска не применимы**.

Неприменимость подхода Байеса и метода Монте-Карло для расчетов риска не была новостью и до 2009 года [1, 2].

ISO/IEC 31010:2009 указал: **подход Байеса основан на вероятностях, получаемых экспертными методами, а метод Монте-Карло требует достоверного знания распределения исходных данных** и неадекватно моделирует события с очень высокими и низкими вероятностями. И **всё это** — основа ГОСТ 34100.3–2017 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности

измерения» и ГОСТ 34100.3.1–2017 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло».

Но в июне 2019 года появился ISO 31010:2019 «Risk management — Risk assessment techniques» с **другой** интерпретацией **подхода Байеса и метода Монте-Карло**. А уже 17 декабря 2019 года Приказом Росстандарта № 1405-ст с 1 марта 2020 года ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 заменен на ГОСТ Р 58771–2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска», в котором **радикальные оценки о неприменимости подхода Байеса и метода Монте-Карло при расчетах риска удалены, а недостатки переименованы в ограничения** и выглядят теперь так.

Метод Монте-Карло:

1) точность решений зависит от количества имитаций (это ограничение становится менее важным с увеличением скорости компьютеров);

2) использование метода зависит от возможности **представления неопределенностей в формате, пригодном для достоверного распределения;**

3) может быть **сложно создать модель, адекватно представляющую результаты;**

4) большие модели могут быть сложными для разработчика и затруднять взаимодействие причастных сторон;

5) метод имеет тенденцию занижать риски с высокой степенью последствий/низкой вероятностью;

6) анализ Монте-Карло предотвращает придание чрезмерного веса маловероятным событиям с высокой степенью последствий, признавая, что такие результаты вряд ли будут возникать одновременно в портфеле рисков. Однако это приводит к исключению из рассмотрения экстремальных событий, особенно тогда, когда рассматривается большой портфель, и может стать причиной некорректной оценки.

Байесовский анализ:

1) может производить **последующие распределения, которые сильно зависят от выбора предшествующего;**

2) решение сложных проблем может потребовать больших вычислительных затрат.

Список «ограничений» был шире списка недостатков, но возник эффект «решения» проблемы: ведь ограничения — это же уже не недостатки...

Список методов оценивания риска тоже стал шире. Но это напомнило казусы с расчетами априорной достоверности по ГОСТ Р 8.731–2010 и дефинитивной неопределенности по ГОСТ 34100.3–2017. Ведь без ответа остался вопрос

КАК СЧИТАТЬ РИСКИ?

Общие советы языком ГОСТ Р 51897–2011/Руководство ИСО 73:2009 «Менеджмент риска. Термины и определения» даны ГОСТ Р ИСО 31000–2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство», ГОСТ Р 51901.7–2017/ISO/TR 31004:2013 «Менеджмент риска. Руководство по внедрению ИСО 31000» и ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска». Но с появлением ISO 31010:2019 «Risk management — Risk assessment techniques» последний стандарт заменен на ГОСТ Р 58771–2019.

Согласно ИСО 73:2009

2.1 **риск**: Влияние неопределенности на цели.

2.14 **оценка риска**: Общий процесс идентификации риска, анализа риска и оценивания риска.

2.15 **идентификация риска**: Процесс обнаружения, распознавания и описания рисков.

2.21 **анализ риска**: Процесс понимания природы риска и определения уровня риска.

2.22 **критерии риска**: Признаки, в соответствии с которыми оценивают значимость риска.

2.23 **уровень риска**: Величина риска или комбинации рисков, выраженная как комбинация последствий и их вероятности.

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ превосходный выбор



АКТАКОМ
ТОЧНО | НАДЕЖНО | ДОСТУПНО

www.aktakom.ru

@aktakom

АКТАКОМ



АТК-2103

Измерение токов до 2000 А

- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение малых токов от 0,1 мкА
- Базовая погрешность: 1,2%
- Встроенный мультиметр



АСМ-2311

Большой охват магнитопровода

- Измерение переменного тока до 1000 А
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 1000 В
- Измерение ёмкости до 100 мкФ



АСМ-2368

Универсальность и многофункциональность

- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/ переменного напряжения: 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Компактный размер



АТК-2200

Измерение мощности в одно- и трехфазных сетях до 1200 кВт

- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение постоянного/ переменного напряжения: 0,1...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%



АСМ-2209

Токосные клещи-ваттметр с функцией фиксации пусковых токов

- Измерение активной, реактивной и полной мощности до 600 кВт
- Измерение тока в 1- и 3-фазных сетях до 1000 А
- TrueRMS (40...400 Гц)



АТК-2011

Токосные клещи для измерения больших токов

- TrueRMS измерения
- Измерение переменного тока до 3000 А
- Гибкий магнитопровод диаметром 170 мм
- Регистрация MIN и MAX значений
- Регистрация пиковых значений



АСМ-2159

Токосные клещи-мультиметр-регистратор

- Измерение постоянного и переменного тока до 2000 А
- Измерение напряжения, сопротивления, ёмкости, частоты
- TrueRMS (40 Гц...1 кГц)
- Регистратор на карту SD



АСМ-2036

Компактный прибор с функциями мультиметра

- Измерение постоянного и переменного тока до 200 А
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 600 В
- Удержание пиков < 10 мс



АСМ-1803

Токосные клещи-адаптер

- Измерение постоянного/ переменного тока до 400 А
- Аналоговый выход 1 мВ/А и 10 мВ/А
- Диаметр обхвата 30 мм
- Бесконтактный детектор напряжения

Большинство приборов в Государственном Реестре средств измерений!



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru



ВАША ЛАБОРАТОРИЯ

В АНТИСТАТИЧЕСКОМ ИСПОЛНЕНИИ ОТ **АКТАКОМ**[®]

www.aktakom.ru

ИНСТРУМЕНТ **TRONEX**

- Высококачественная легированная сталь
- Твердость режущих кромок до 63-65 единиц по шкале Роквелла С

СТОЛ С АНТИСТАТИЧЕСКОЙ СТОЛЕШНИЦЕЙ

АРМ-4XXX-ESD

- Столешница из токопроводящей ДСП толщиной 25 мм
- Разъем и кабель заземления
- Надежное заземление
- Использование современных материалов
- Соответствие требованиям международных стандартов
- Универсальность и эргономичность
- Высокое качество продукции



ИЗМЕРИТЕЛЬ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

АТР-9365

- Диапазон измерений 0...19,990 В
- Точность измерения $\pm 5\%$
- Напряжение питания 9 В
- Габаритные размеры 145 x 90 x 33 мм
- Масса 220 г



АНТИСТАТИЧЕСКИЙ БРАСЛЕТ

АНТ-5163

- Предназначен для снятия статического электричества
- Имеет удобный эластичный обхват
- Регулировка по обхвату запястья руки
- Длина провода заземления в вытянутом состоянии 150 см



ESD-защищенная зона от АКТАКОМ - это, прежде всего, рабочий стол с антистатической столешницей высокого качества, соответствующего международному стандарту IEC 61340-5-1/2.

АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ЩЕТКИ

АТР-940Х

- Выполнены из специального эластичного пластика, не наносящего повреждений структуре компонентов
- Предназначены для очистки плат и удаления с них пыли
- Сопротивление $10^3 \dots 10^6 \text{ Ом}$



АНТИСТАТИЧЕСКИЕ КРЕСЛА

АРМ-350Х

- Комплект колес входит в базовую комплектацию
- Поверхностное сопротивление к земле 0,5...1 МОм
- Поверхностное сопротивление обивочной ткани 0,5...0,8 МОм
- Антистатическое покрытие
- Диаметр 50 мм



АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ПИНЦЕТЫ

АТР-941Х

- Предназначены для работы со статически чувствительными компонентами
- Выполнены из высокоэластичного специального пластика, нейтрального к статическому электричеству



ВЫБОР ЗА ВАМИ!



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



2.24 **оценивание риска:** Процесс сравнения результатов анализа риска с установленными критериями риска для определения, является ли риск и/или его величина приемлемыми или допустимыми.

3.2 **фактор риска:** Фактор, который оказывает существенное влияние на риск.

Риск следует описывать комбинацией вероятности его возникновения и последствий. Если к определению термина «2.1 риск» учесть, что «РИСК, мн. нет, м. [фр. risque] — возможная опасность» [3], то *риск* в общем случае характеризуется **вероятностью** наступления **нежелательного события**.

Как уже отмечалось выше, расчет риска сводится к решению известных задолго до 2009 года измерительных задач. Требуется лишь сопоставить терминологию менеджмента риска и теории контроля.

Уточним содержание лабораторной деятельности в терминах ГОСТ 16504–81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества. Основные термины и определения».

1. **Испытания** — экспериментальное определение количественных и/или качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него при функционировании, при моделировании объекта и/или воздействии.

Примечание. Определение включает оценивание и (или) контроль.

36. **Контрольные испытания** — испытания, проводимые для контроля качества объекта.

38. **Определительные испытания** — испытания, проводимые для определения значения характеристик объекта с заданными значениями показателей точности и (или) **достоверности**.

Во-первых, под испытаниями на соответствие установленным требованиям понимают **контрольные испытания** любых видов продукции, в том числе и средств измерений (СИ). Тогда список испытаний пополняют испытания в целях утверждения типа СИ и поверка, а также аттестация эталонов и испытательного оборудования.

Во-вторых, хотя калибровку СИ относят к определительным испытаниям, ГОСТ Р 8.879–2014 «ГСИ. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению» определяет:

1.3 **оценка пригодности:** **Подтверждение** путем исследования и предоставления объективных доказательств **того, что конкретные требования к специфическому целевому использованию выполняются**.

1.4 **сертификат калибровки:** Документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки средства измерений, который выдается организацией, осуществляющей калибровку.

2.5 **целевая неопределенность измерений:** **Неопределенность измерений, заранее установленная как верхний предел** и принятая, исходя из предполагаемого использования результатов измерений.

Но ведь **это** — **признаки контрольных испытаний**.

В-третьих, отбор образцов представляет собой первый этап выборочного контроля. Его особенность — обеспечение репрезентативности выборки при **неидентичности** образцов.

В ГОСТ 19919–74 «Контроль автоматизированный технического состояния изделий авиационной техники» упомянутые вероятности нежелательных событий названы так:

68. **Вероятность «ложного отказа»** — условная вероятность получения решения «негоден» при контроле параметра, значение которого в действительности соответствует требованиям технической документации.

69. **Вероятность «необнаруженного отказа»** — условная вероятность получения решения «годен» при контроле параметра, значение которого в действительности не соответствует требованиям технической документации.

Вероятности ложного и необнаруженного отказов соответствуют рискам ложноположительных и ложноположительных решений о соответствии объектов испытаний установленным требованиям.

Для СИ эти риски согласно МИ 187–86 «МУ ГСИ. Средства измерений. Критерии достоверности и параметры методик поверки средств измерений» характеризуются критериями достоверности поверки:

$P_{\text{бам}}$ — **наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра средства измерений**, выражается через плотность распределения вероятностей нормализованной оценки погрешности в нормализованных пределах контрольного допуска;

$(P_{\text{гр}})_{\text{мб}}$ — **наибольшая средняя для совокупности годных экземпляров средств измерений вероятность ошибочного признания их дефектными**.

Примечание. При одном поверяемом средстве измерений в качестве критерия может быть установлена наибольшая вероятность $P_{\text{грм}}$ ошибочного признания дефектным любого в действительности годного экземпляра средства измерений.

Заметим, калибровка представляет собой наиболее сложный вид испытания из-за необходимости идентификации математических моделей соотношений между показаниями эталонов и СИ. При этом диаграмма калибровки нужна для получения исправленного результата измерения с заданной достоверной вероятностью.

На первый взгляд может показаться, что **риски статистических предполо-**

жений проблематично выразить через вероятности **ложноположительных** и **ложноотрицательных решений** о соответствии.

Но статистические предположения при испытаниях связаны со статистической проверкой структурных и параметрических гипотез:

- о виде распределений вероятностей для описания совокупностей данных испытаний;
- о структуре и параметрах математических моделей объектов испытаний в виде функциональных зависимостей.

В обоих случаях для перехода к распределениям вероятностей необходимо оценивать погрешности неадекватности распределений вероятностей, возникающие при принятии той или иной гипотезы соответственно для совокупностей данных и отклонений от характеристик положения моделей.

Перечисленные задачи решают согласно Р 50.2.004–2000 «ГСИ. Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения» и МИ 2916–2005 «ГСИ. Идентификация распределений вероятностей при решении измерительных задач» **программы «ММК–стат», «ММК–стат М» и «ММИ–поверка».**

Этим расчет риска сведен к идентификации распределений вероятностей измеряемых или определяемых при испытаниях величин, для которых установлены границы допустимых значений и уровни доверия. **Погрешности измерений или определений** этих величин и являются факторами риска.

Погрешность испытаний образца продукции согласно Приложению Д МИ 1317–2004 «МУ ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров» определяют по формуле

$$\Delta_{\text{ex}} = \Delta^* \Delta_1 F'_{iN}(\xi_1) \dots \Delta_m F'_{mN}(\xi_m),$$

где Δ — погрешность измерений параметра, определяемого при испытаниях; Δ_i — погрешность воспроизведения i -го параметра ξ_i условий испытаний; $F'_{iN}(\xi_i)$ — производная функции зависимости параметра, определяемого при испытаниях, от параметра ξ_i в точке $\xi_i = \xi_{iN}$; ξ_{iN} — номинальное значение параметра ξ_i ; * — символ объединения (суммирования) случайных величин (процессов); m — количество учитываемых условий испытаний.

Формула для Δ_{ex} представляет собой **свертку** для модели объекта испытаний в заданных m условиях $\Xi = \{\xi_1, \dots, \xi_m\}$ в виде функции погрешности

$$\Delta(X; \Xi) = Y - F(X; \Xi) \pm \zeta(\Xi),$$

где X — измеряемая при испытаниях величина, входная переменная модели, Y — искомая выходная переменная.

Калибровка же требует не производных $F'_{in}(\xi_i)$ как для **свертки**, а **композиции** для $\Delta(X; \Xi)$, где уже X — показание эталона.

Если же учесть, что условия испытаний поддерживаются с точностью до предела допустимых погрешностей их измерений, то благодаря п.1.4.2 МИ 1317–2004 в качестве наихудшего случая для распределений условий испытаний могут быть приняты равномерные распределения. Тогда фактор риска может быть представлен распределением в явном виде $\Delta_{ex} \rightarrow \delta = \delta_* \cdot \delta_{\Sigma R}$ или **сверткой**

$$f_{\Delta}(\delta) = \frac{F_*(\delta-a) - F_*(\delta-a)}{b-a}, \quad (1)$$

где $F_*(\delta)$ — функция распределения вероятностей погрешности δ , измеряемой при испытаниях величины, $\delta_{\Sigma R} \in [a; b]$ — погрешности воспроизведения условий испытаний и неадекватности принятого вида «*» распределения $F_*(\delta)$.

Согласно требованиям к постановке измерительных задач Р 50.2.004–2000, определяющим одновременно факторы риска, методика испытаний должна содержать следующее.

1. Описание математической модели максимальной сложности для идентифицируемой характеристики объекта испытаний. Например, согласно МИ 188–86 «МУ ГСИ. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки» для характеристики положения это — степенные или тригонометрические полиномы не выше 3-го порядка, а для характеристики рассеяния — усеченное распределение Йордана.

2. Методы идентификации моделей объектов по матрице совместных измерений.

3. Перечень эталонов, вспомогательных СИ и испытательного оборудования с указанием их характеристик.

4. Форму представления результата испытаний — зону толерантности, диаграмму калибровки, функцию погрешности или функцию поправок.

5. План измерений, алгоритмы испытаний и оперативного статистического контроля.

6. Порядок построения композиции или свертки согласно ГОСТ 8.009–84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» и МИ 1317–2004 для результата в соответствии с целью испытаний.

7. Порядок определения зон толерантности согласно ГОСТ Р ИСО 16269–6–2005 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение статистических толерант-

Таблица 1

НАБОР ЕМКОСТЕЙ

$X_{ном}$, пФ	$X_{ат} \pm \theta_{ст}$, пФ
200	$200,01 \pm 0,04$
300	$299,95 \pm 0,06$
400	$399,91 \pm 0,08$
1000	$999,50 \pm 0,20$
2000	$1999,98 \pm 0,40$

ных интервалов» в соответствии с требованиями государственных поверочных схем по доверительной вероятности или ГОСТ 27883–88 «Средства измерения и управления технологическими процессами. Общие требования и методы испытаний».

Таким образом, риски статистических предположений относятся к выбору структуры и параметров математических моделей, представляющих результаты испытаний, а риски ложноотрицательных и ложноположительных решений соответствуют вероятностям ошибочных решений.

ПРОБЛЕМЫ КАЛИБРОВКИ

Проблемы калибровки в 2007 году начал замечать Международный словарь VIM-3 [4]. Тогда это ограничилось замечанием о сведении калибровки к получению таблицы совместных показаний эталона и СИ.

В 2016 году группа специалистов по развитию калибровочной деятельности в докладе [5] подняла вопрос о рассмотрении калибровки в качестве альтернативы поверке средств измерений. В частности в докладе отмечалось следующее.

«Принятие в 2008 году Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» не принесло существенных изменений в калибровочную деятельность. Несмотря на то, что в Федеральном законе принято новое определение калибровки средства измерения, а в ст.18 сформулированы базовые требования к калибровке вне сферы государственного регулирования, практически все калибровки средств измерений, по-прежнему, выполнялись по действующим методикам поверки.

Международный стандарт ИСО 17025 требует оценивать при калибровке, как минимум, следующие составляющие неопределенности результатов калибровки, которые не учитываются при поверке средств измерений:

- 1) связанные с неопределенностями калибровки эталонов;
- 2) со временем, прошедшим после калибровки применяемых эталонов;

Таблица 2

ПРОТОКОЛ КАЛИБРОВКИ СБКИ

Переменные		Поправка $X_{ат} - X_1$, пФ
X_1 , пФ	X_2 , °C	
199,73	5	0,28
300,04	5	-0,09
399,71	5	0,21
999,5	5	0
2001,2	5	-1,22
199,71	22	0,30
299,94	22	0,01
399,64	22	0,27
999,44	22	0,06
2000,76	22	-0,78
199,67	40	0,34
299,89	40	0,06
399,57	40	0,34
999,16	40	0,34
2000,61	40	-0,63

3) с не учитываемым влиянием внешних условий при калибровке».

В докладе было также отмечено, что «внедрение калибровки потребует значительного переходного периода для наработки методического аппарата и обучения специалистов».

Задачи калибровки СИ как задачи определительных испытаний с оценением фактора неадекватности ранее рассматривались, но при этом вопросы калибровки СИ для заданных условий не затрагивались.

Аналогичной является задача калибровки шкалы космологических расстояний по красному смещению в спектрах внегалактических источников согласно Р 50.2.004–2000. Для её решения применялась программа «ММК–стат М» [6].

Покажем, что алгоритм этого решения может быть использован и при калибровке СИ для заданных условий.

Напомним, смысл калибровки заключается в «подгонке» показаний СИ к показаниям эталона, а её результатом является диаграмма калибровки.

Проиллюстрируем возможность калибровки измерителя электрической емкости СБКИ по данным испытаний в целях утверждения типа согласно РТ-ПИ-3173-551-2016 «Субблоки контрольно-измерительные»:

1) эталон — набор образцовых емкостей (табл. 1);

2) испытательное оборудование — камера климатическая, для воспроизведения температур 5, 22 и 40 °C с погрешностью

$$\theta_T = 0,15 + 0,002|t| \text{ } ^\circ\text{C};$$

3) характеристика положения функции поправки $Y(X_1, X_2)$ — полином 3-й степени переменных X_1 (пФ) и X_2 (°C);

4) протокол¹ (табл. 2).

Как известно [4], калибровка СИ проводится в два этапа.

На 1-м этапе получают соотношение между показаниями эталона и СИ в виде систематических составляющих функции преобразования, функции погрешностей или, как в данном примере, функции поправок. Для этого используют программы типа «ММК–стат» или «ММК–стат М», примеры применения которых приведены в Р 50.2.004–2000.

На 2-м этапе необходимо получить вероятностную оценку для распределения отклонений зафиксированных поправок от их систематической составляющей, используемой для получения исправленного значения измеряемой величины. Но уже с учетом погрешностей воспроизведения емкостей и температур, а также погрешностей неадекватности модели функции поправок в целом как диаграммы калибровки. Именно она позволяет получить результат измерения, т.е. не просто какое-то значение искомой ве-

¹ Далее числовые результаты будут приводиться в протокольной форме, т.е. в целях контроля без округления.

личины, а еще и его доверительные границы.

Погрешности неадекватности диаграммы калибровки содержат ряд составляющих:

- погрешности неадекватности характеристики положения;
- погрешности неадекватности принятого вида распределения для остатков поправок;
- погрешности неадекватности для композиции распределений составляющих.

Погрешность неадекватности характеристики положения имеет физический смысл тот же, что и параметр неадекватности плана измерений Ω_p , методик поверки СИ [7], и в программе «ММК-стат М» определяется точно так же:

$$\Omega_p = \text{СМПН} - \text{САО}.$$

Погрешность неадекватности принятого вида распределения для остатков поправок в виде эквивалентного распределения может быть оценена согласно МИ 2916–2005 «ГСИ. Идентификация распределений вероятностей при решении измерительных задач» при помощи контурных оценок.

К погрешности неадекватности для композиции распределений составляющих, которые при калибровке устанавливаются по документам и которым согласно п.1.4.2 МИ 1317 может быть приписано равномерное распределение, в силу условности этих распределений может быть применено правило интервального суммирования. В графической версии метода это эквивалентно параллельному переносу границ контурной оценки. Поэтому ряд таких равномерных распределений может быть заменен одним равномерным распределением с суммарным интервалом неопределенности $[a, b]$ в свертке (1).

Особенностью калибровки является и неравноточность измерений. Основным приемом преодоления возникающих при этом проблем является нормализация данных.

Для решения перечисленных проблем неадекватности и неравноточности в комплексе согласно МИ 2916–2005 стали разрабатываться программы типа «ММИ-поверка», обеспечившие решение основной задачи 2-го этапа калибровки — установление доверительных границ диаграммы калибровки.

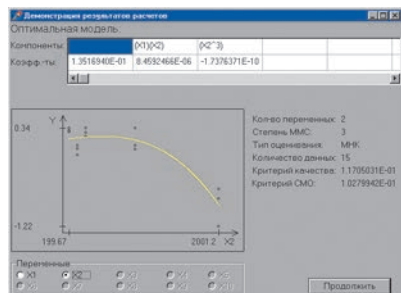


Рис. 1. Программа «ММК-стат М»: ММКМНК-модель (Y — поправка, X_1 — температура, X_2 — показание СБКИ)

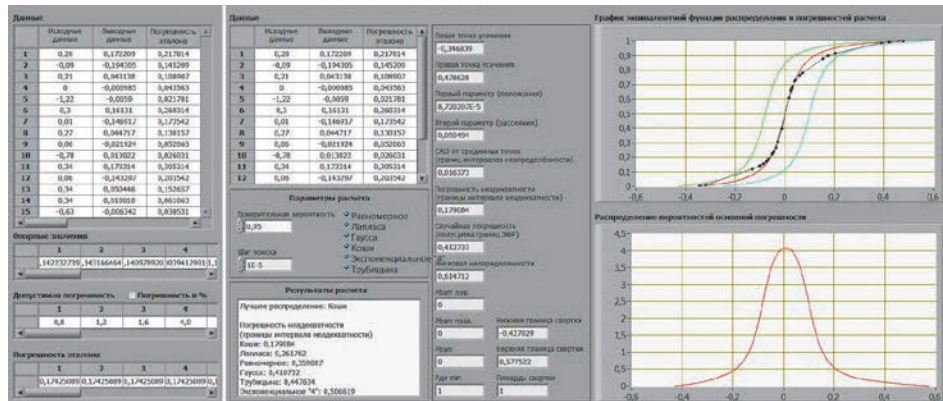


Рис. 2. Программа «ММИ-поверка»: Характеристика рассеяния диаграммы калибровки

Решение этой задачи в рассматриваемом примере возможно единственным способом — путем идентификации распределения вероятностей как характеристики рассеяния функции поправок. Тогда останется определить наикратчайший толерантный интервал.

На 1-м этапе калибровки СИ математической моделью с наименьшим средним модулем погрешности неадекватности (СМПН) $\hat{E}^{[2]} = 0,11705031$ пФ ($[S]=2$ — признак МНК) по программе «ММК-стат М» оказалась ММКМНК-модель систематической составляющей функции поправок (рис. 1)

$$Y(X_1, X_2) = \theta_{00} + \theta_{11}X_1X_2 - \theta_{03}X_2^3,$$

где $\theta_{00} = 0,13516940$ пФ,
 $\theta_{11} = 8,4592466 \cdot 10^{-6}$ °С⁻¹,
 $\theta_{03} = 1,7376371 \cdot 10^{-10}$ пФ·°С⁻³.

Среднее абсолютное отклонение (САО) поправок от систематической составляющей составило $d = 0,10279942$ пФ.

Соответственно оценка параметра неадекватности составила $\Omega_p = 0,01425089$ пФ.

Исходными данными для решения задачи 2-го этапа калибровки являются:

- поправки (табл. 2);
- значения систематической составляющей функции поправок как опорные значения для расчета остатков (табл. 3);
- нормы погрешностей для нормализации данных и определения эффекта калибровки;

Таблица 3
СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ФУНКЦИИ ПОПРАВКИ СБКИ

X_1 , пФ	X_2 , °С	$Y(X_1, X_2)$, пФ
199,73	5	0,1422327393
300,04	5	0,1431664647
399,71	5	0,1409789202
999,5	5	3,941290147·10 ⁻³
2001,2	5	-1,172800758
199,71	22	0,1709520436
299,94	22	0,1863004556
399,64	22	0,1984528948
999,44	22	0,1476966569
2000,76	22	-0,8841773183
199,67	40	0,2013484708
299,89	40	0,2319566772
399,57	40	0,2592867954
999,16	40	0,2999288401
2000,61	40	-0,5792664847

- характеристики погрешностей эталонов (табл. 1);
- оценка параметра Ω_p ;
- перечень усеченных распределений для остатков поправок (равномерное, Лапласа, Гаусса, двойное экспоненциальное с параметром формы «4», Коши, Трубицына), соответствующих частным случаям распределения Иордана;
- норма доверительной вероятности согласно государственной поверочной схеме или ГОСТ 27883–88 «Средства измерения и управления технологическими процессами. Общие требования и методы испытаний»;
- шаг поиска для алгоритма параметрической идентификации распределения вероятностей остатков.

На 2-м этапе калибровки более правдоподобным для остатков поправки по критерию минимума неадекватности Коши с параметром положения $8,720207 \cdot 10^{-5}$ и непараметрической погрешностью неадекватности в нормализованных (приведенных к интервалу ± 1) значениях погрешности (рис. 2) $\pm 0,179084/2 = \pm 0,089542$.

Границы свертки в тех же значениях соответствуют интервалу неопределенности $[-0,427029; 0,577522]$.

При поверке СБКИ в нормальных условиях распределению нормализованной основной погрешности для гауссовой гипотезы (рис. 3) соответствует интервал неопределенности $[-0,919355; 0,241767]$.

Это значит, что за счет калибровки смещение основной погрешности уменьшилось с $0,338794$ до $0,0752465$ в нормализованных значениях, а интервал неопределенности стал меньше на $15,5861674$ %.

В рассмотренном примере калибровки СИ в полном соответствии определению термина «калибровка» риск принятия ошибочного решения был практически исключен.

Однако в ходе испытаний апробация методики поверки ограничилась проверкой возможности ее выполнения. Задача же проверки правильности выбора ее параметров и критериев до-

стоверности согласно МИ 188–86 не ставилась.

Тем не менее, на рисунке 4 представлен случай, типичный для методики поверки: разности показаний СИ и эталонов находятся в допуске, а достоверность результата поверки ниже нормы доверительной вероятности, установленной государственной поверочной схемой, в данном случае $P_d = 0,978052 < 1$.

ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 в этой ситуации требует: «лаборатория должна документировать правило принятия решения, принимая во внимание уровень риска, ... и применить данное правило».

Проблема в том, что доверительная оценка достоверности результата поверки СБКИ как контрольного испытания не соответствует норме доверительной вероятности, установленной государственной поверочной схемой ГОСТ 8.371–80 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости».

А согласно методике поверки должно быть выписано свидетельство о поверке.

Но тогда главная идея ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 о решении с учетом риска статистических предположений, ложноположительных и ложноотрицательных решений теряется.

Ведь всё дело в надежности оценок риска.

Новая проблема возникла из-за поспешного принятия сначала ISO

31010:2019, когда был осознан казус с теоретической основой концепции неопределенности (подходом Байеса и методом Монте-Карло), а затем и ГОСТ Р 58771–2019: вопрос о методах расчета риска так и остался без ответа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Такого факта в истории концепции неопределенности никогда не было: в 2009 году стандарт ведущей международной организации (ИСО), которая причастна к введению этой концепции в метрологию, указал на её неприменимость при расчетах рисков!

Однако этот факт в дискуссии о внедрении расчетов неопределенности в поверку СИ почему-то не упоминался.

Подмена недостатков и категорических оценок ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 некими ограничениями ГОСТ Р 58771–2019 по существу ситуацию не изменила, а просто «сгладила».

Да и суть известных до 2009 года главных дефектов ГОСТ 34100.3–2017 осталась той же:

1) проблема неадекватности для основного уравнения метода косвенного измерения;

2) субъективность экспертных оценок т.н. «субъективного подхода» к интерпретации вероятности;

3) непригодность формата показателей неопределенности для операций с распределениями вероятностей.

Ситуация только усугубил известный дефект метода Монте-Карло: имитационное моделирование без объективных исходных данных бесполезно.

Правда, выход из сложившейся ситуации есть, и он указан прямо в ГОСТ ISO/IEC 17025–2019: «международные, региональные или национальные стандарты или другие признанные технические требования, содержащие достаточную и точную информацию о том, как осуществлять лабораторную деятельность, не требуется дополнять или перепиisyть в качестве внутренних процедур лаборатории, если эти стандарты написаны таким образом, что могут применяться производственным персоналом лаборатории».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко Н.П. и др. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Под ред. Ю.А. Шрейдера. М.: Физматлит, 1962.
2. Левин С.Ф. Неопределенность результатов решения измерительных задач в широком и узком смысле // Метрология. 2006. № 9. С. 3–24.
3. Толковый словарь русского языка. Под ред. Д.Н. Ушакова. М.: ОГИЗ, 1935.
4. Международный словарь по метрологии. СПб: Профессионал, 2010.
5. Гаврилов Б.М. и др. Развитие деятельности по калибровке средств измерений. Доклад рабочей группы Межотраслевого совета по калибровке метрологии и приборостроению Российского союза промышленников и предпринимателей. Ред. А.С. Кривов. М.: РСПИ, 2016.
6. Левин С.Ф. Калибровка космическая и земная — факторы масштаба и плана измерений // Контрольно-измерительные приборы и системы. 2019. № 3. С. 6–10.
7. Левин С.Ф. Статистические процедуры контроля при высокоточных измерениях // Контрольно-измерительные приборы и системы. 2018. № 3. С. 8–11.

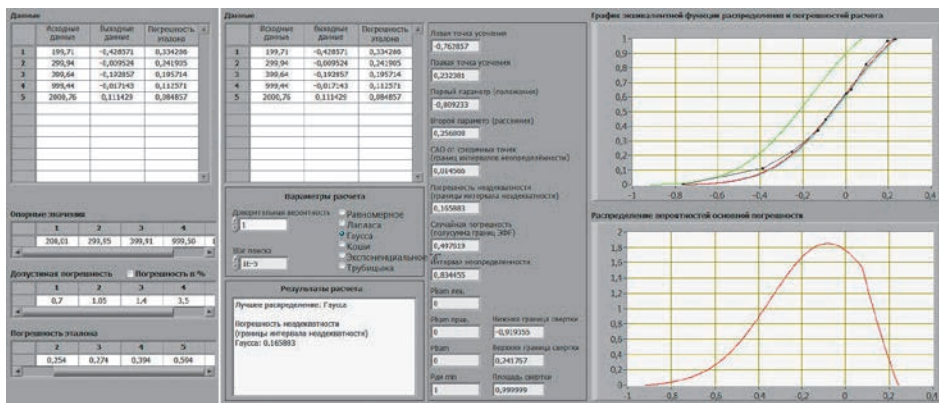


Рис. 3. Программа «ММИ-поверка»: Вероятностная оценка основной погрешности СБКИ по данным поверки

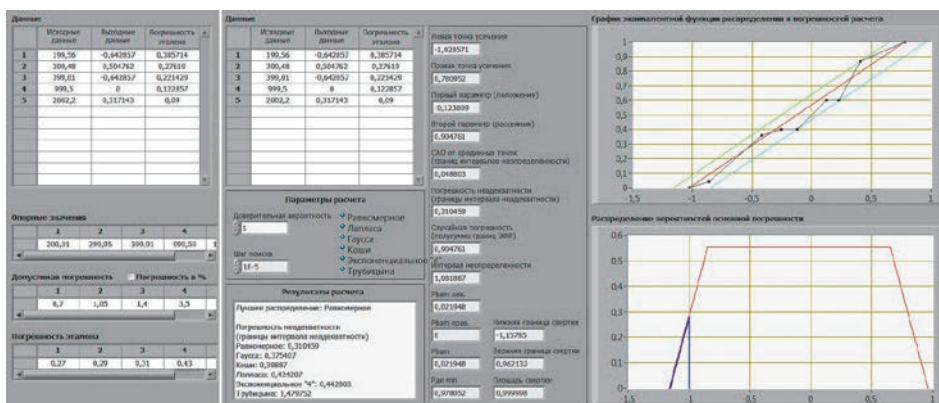


Рис. 4. Программа «ММИ-поверка»: Вероятностная оценка основной погрешности СБКИ с учетом риска (вид)

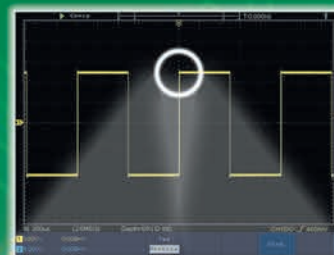
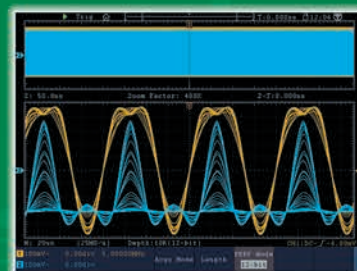
ISO/IEC 17025-2019 «General requirements for the competence of testing and calibration laboratories» obliged the entities responsible for testing, calibration and sampling for subsequent tests to objectively assess all of the possible risks. In June 2019 there was ISO 31010:2019 «Risk management — Risk assessment techniques» accepted with updated risk management interpretation. And on December 17 the same year Rosstandart issued an order under №1405-ct whereby starting from March 1, 2020 GOST R ISO/IEC 31010–2011 had to be replaced with GOST R 58771–2019 «Risk management. Risk assessment technologies» which also contained updates. How can these changings make impact on ISO/IEC 17025–2019 and whether they may consider positive you will know from this article by professor S. Levin.

ПЕРВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ АКТАКОМ С РАЗРЕШЕНИЕМ 12 И 14 БИТ!



@aktakom

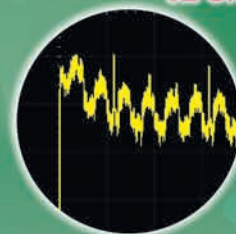
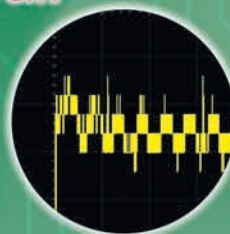
- ✓ До 4-х приборов в 1 корпусе :
 - Цифровой осциллограф с полосой 300 МГц
 - 1 или 2-х канальный генератор сигналов*
 - Цифровой мультиметр 3 ¼ разряда*
 - Анализатор протоколов I²C, SPI, RS-232, CAN*
- ✓ Большая глубина записи 40 миллионов точек
- ✓ Высокая скорость захвата осциллограмм 75000 осц/с
- ✓ 28 типов автоматических измерений
- ✓ Анализ спектров на основе БПФ
- ✓ Батарейное питание*
- ✓ Возможность установки сенсорного дисплея*
- ✓ Дружественный экранный интерфейс



Новинка!

8 бит

12 бит



14 бит!

Смотрите видео применения на сайте www.aktakom.ru

	ADS-6062H	ADS-6122	ADS-6122H	ADS-6142H	ADS-6222	ADS-6222H	ADS-6322
Количество каналов	2 + внешний запуск						
Полоса пропускания**	60 МГц	100 МГц			200 МГц		300 МГц
Максимальная дискретизация**	1 Гвыб/с				2 Гвыб/с	1 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с
Скорость захвата	75000 осц/с						
Максимальная глубина записи**	40 М точек						
Горизонтальная развертка**	2 нс/дел до 1000 с/дел				1 нс/дел до 1000 с/дел с		
Вертикальное разрешение	8 / 12 бит	8 бит	8 / 12 / 14 бит		8 бит	8 / 12 / 14 бит	
Вертикальное отклонение	1 мВ/дел...10 В/дел						
Тип запуска	фронт, импульс, видео, скорость нарастания, рант, окно, по истечению времени, N фронт, логический шаблон, сигналы последовательных шин						
Интерфейсы	Штатно: USB-device, USB-host, LAN; Опционально: VGA и AV выход						
Дисплей	Цветной 8", TFT, 800×600, 65535 цветов; опция сенсорный IPS дисплей 1024×768						

* - дополнительная опция при предварительном заказе; ** - параметры указаны для режима разрешения 8 бит



ЗЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru



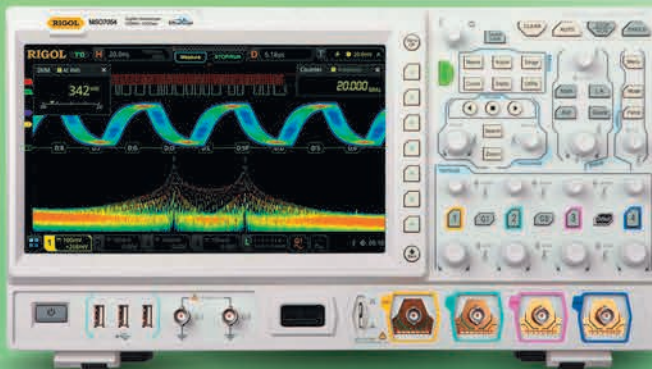
Генераторы сигналов



Источники питания



Анализаторы спектра



Новые комбинированные цифровые осциллографы



Система коммутации и сбора данных

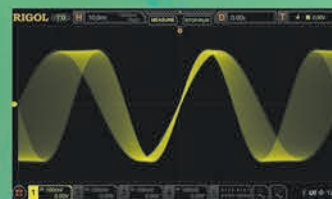


Цифровые мультиметры



Генераторы СВЧ-сигналов

- До семи приборов в одном корпусе
- Полоса пропускания до 2 ГГц
- Количество аналоговых каналов 2 или 4
- Количество цифровых каналов – 16 (для моделей с индексом MSO)
- Процессор собственного производства Phoenix
- Уникальная технология UltraVision 2
 - дискретизация до 10 Гвыб/с в реальном времени
 - большая глубина записи (до 500 М точек)
 - высокая скорость захвата осциллограмм (до 600000 осц/с)
 - регистрация сигналов в реальном времени с возможностью анализа записанных сигналов
- Расширенная система синхронизации, включая запуск по сигналам последовательных шин и зональный триггер
- Функция восстановления тактовой частоты и измерение джиттера (для MSO8000)



	MSO5000	DS/MSO7000	MSO8000
Полоса	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 350 МГц + апгрейд	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц + апгрейд	600 МГц, 1 ГГц, 2 Гц + апгрейд
Аналоговые каналы	2 или 4 + апгрейд с 2 до 4	4	4
Цифровые каналы	16 (опция)	16 (MSO7000)	16 (опция)
Встроенный генератор сигналов	2 канала (опция)	2 канала (опция для MSO)	2 канала
Макс. дискретизация	8 Гвыб/с	10 Гвыб/с	10 Гвыб/с
Скорость захвата	500000 осц/с	600000 осц/с	600000 осц/с
Память (макс.)	100 М /200 М (опция)	100 М /250 М, 500 М (опции)	500 М
Анализ последовательных шин	I ² C, SPI, RS-232/ UART, LIN/CAN, FlexRay, I ² S, MIL — опции	I ² C, SPI, RS-232/ UART, LIN/CAN, FlexRay, I ² S, MIL — опции	I ² C, SPI, RS-232/ UART, LIN/CAN, FlexRay, I ² S, MIL — опции
Дисплей	9" сенсорный 1024x600	10,1" сенсорный 1024x600	10,1" сенсорный 1024x600



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97
E-mail: irit@irit.ru

Ознакомьтесь с
«Руководством пользователя»
и скачайте каталог продукции
Rigol на сайте www.irit.ru

