

март 2021

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



АКТАКОМ

**APS-5233
APS-5235**

- Выходное напряжение до 60 В (APS-5235), ток до 12 А (APS-5233)
- Программирование работы по списку
- Функция регистратора данных с записью выходных параметров



НОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ С УНИКАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ!

АКТАКОМ
www.aktakom.ru



Прецизионный TrueRMS мультиметр AM-1109

- Два измерительных канала
- Высокая точность 0,06%
- Дисплей 60000 единиц ($4\frac{5}{6}$ разряда)
- Измерение истинных среднеквадратических значений напряжения и тока (TrueRMS)
- Частотный диапазон TrueRMS 20 Гц...200 кГц
- Широкие функциональные возможности
- Интерфейс USB с гальванической развязкой
- Госреестр



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 отсчетов 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 отсчетов)
- 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



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.

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.

© «КИПИС», 2021 Бесплатно

Уважаемые читатели!

Как вы, наверное, заметили, наш журнал полностью перешел в цифровой формат. С одной стороны — это грустно, хотелось бы, как в старые добрые времена, полистать бумажные страницы, а с другой, мы видим, что изменения, происходящие в реальном мире, очень сильны. Общественное мнение формируется теперь не бумажными изданиями, не телевизионными передачами, а социальными сетями. Вся общественная и политическая жизнь переместилась теперь в интернет. Социальные сети имеют такую силу, что даже позволяют себе забанить действующего, в то время, президента США! Интернет-сообщества позволяют нам общаться, высказать свое мнение, лайкнуть или дислайкнуть кого-либо. Мы им верим. Как раньше верили печатному слову и телевизионным дикторам. Мы моментально узнаем обо всех громких событиях в мире, они доносят до нас результаты поразительных расследований, потрясающих достижений и ужасных катаклизмов. «Никому-ненужный-блогер» собрал более 100 млн просмотров!!! на YouTube и всколыхнул всю страну. Весь мир, затаив дыхание, наблюдал посадку космического аппарата Perseverance на Марс!!! А тем временем, засыпало снегом Техас и Сочи, ужасная метель случилась в Норвегии, на Камчатке произошло землетрясение, Ким Кардашьян разводится, Минэнерго предупредило о росте тарифов на тепло и электроэнергию и, по мнению ВОЗ, пандемия COVID-19 закончится в начале 2022 года. Ух, просто голова кругом. И это — нормально! Любая новость сразу же становится известна широкой общественности.

А где искать новинки измерительной техники вы уже знаете — ждем вас на www.kipis.ru.

С уважением, Татьяна Афонская



Dear readers!

As you may have noticed our magazine has completely become digital. On the one hand it is quite sad, we'd like to flip through the paper pages like in good old days, but on the other hand we may see that the changes in the real world are very strong. Public opinion is no longer formed by paper publications or television programs but by social networks. All social and political life has now moved to the Internet. Social networks are so powerful that they even allow themselves to ban the current president of the United States! Online communities allow us to communicate, express our opinion, like or dislike anyone. We trust them. Just like we used to trust the printed word and television announcers. In no time we get to know about all of the headline-making events in the world, they immediately inform about the results of amazing investigations, incredible achievements and terrible cataclysms. «Good-for-nothing blogger» has collected more than 100 million views!!! on YouTube and rocked the whole country. The whole world held its breath watching Perseverance spacecraft landing on Mars!!! Meanwhile Texas and Sochi were fully covered with snow, terrible blizzard happened in Norway, earthquake occurred in Kamchatka, Kim Kardashian is getting to divorce, the Ministry of Energy warned about the tariffs increase for heat and electricity and according to WHO COVID-19 pandemic will end in early 2022. Wow, head is just going round and round. And this is normal! Any piece of news immediately becomes known to the public.

And as for new items of measuring equipment you already know where to find them — we are looking forward to seeing you on www.kipis.ru.

Best regards, Tatiana Afonskaya

Содержание

Contents

Новости от АКТАКОМ, Keysight Technologies, Rohde & Schwarz и др.	4	News from AKTAKOM, Keysight Technologies, Rohde & Schwarz and others
Щелчки и искры. «Невидимый убийца» и технологии антистатической защиты АКТАКОМ	6	Clicks and sparks. «Invisible killer» and AKTAKOM anti-static protection technologies
Время тестирования — это деньги: как сложности с контрольно-измерительным оборудованием влияют на бизнес Тед Бёрнс	10	Testing time is money: the business impact of test equipment issues Ted Burns
Контроль функционирования и измерение динамических характеристик аналого-цифровых преобразователей с использованием аппаратных опций осциллографов серии R&S RTP/RTO/RTE Лемешко Н.В., Горелкин М.В., Струнин П.А.	14	Functionality control and dynamic characteristics measurement of analog-to-digital converters with hardware options of R&S RTP/RTO/RTE oscilloscopes N. Lemeshko, M. Gorelkin, P. Strunin
Итоги самой масштабной онлайн-выставки начала 2021 года — CES 2021! Александр Афонский, Татьяна Афонская, Мария Боровская	25	Results of the largest online exhibition of early 2021 — CES 2021! Alexander Afonskiy, Tatiana Afonskaya, Maria Borovskaya
Математическая теория измерительных задач: приложения. Калибровка — графическое решение Левин С.Ф.	36	Mathematical theory of measurement problems: applications. Calibration — graphical solution S. Levin

На первой странице обложки:

Программируемые источники питания АКТАКОМ APS-5233 и APS-5235 являются оптимальным выбором для сфер ремонта электронных устройств и лабораторных исследований.

On the first page of the cover:

AKTAKOM APS-5233 and APS-5235 programmable power supplies are the optimal choice for electronic equipment repair and laboratory research.

НОВЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МУЛЬТИМЕТР

Ассортимент измерительного оборудования **АКТАКОМ** пополнился новой моделью универсального 6½-разрядного мультиметра *ABM-4563*. *ABM-4563* обладает широким набором функций и позволяет производить измерение следующих параметров: постоянное напряжение до 1000 В (5 диапазонов), переменное напряжение (TrueRMS, до 300 кГц) до 750 В (5 диапазонов), постоянный ток до 10 А (7 диапазонов), переменный ток (TrueRMS, до 10 кГц) до 10 А (7 диапазонов), сопротивление (2- и 4-проводная схема) до 100 МОм (8 диапазонов), емкость до 10 мФ (8 диапазонов), частота до 1 МГц (5 диапазонов), температура при помощи внешних датчиков (термосопротивление PT100, 5 кОм термистор). Как и большинство мультиметров, *ABM-4563* имеет функции проверки диодов и целостности цепи.



АКТАКОМ

Базовая погрешность нового мультиметра составляет 0,0035%!

Мультиметр **АКТАКОМ** *ABM-4563* также способен выполнять статистическую обработку результатов измерения (минимальное, максимальной, среднее, размах амплитуды, стандартная deviation), вычислять отношение напряжений U1/U2, проводить измерения в %, dB, dBm, mX+b. Кроме того, этот мультиметр имеет функцию тестирования в пределах «Годен/Не годен» (Pass/Fail) и режим относительных измерений.

Для дистанционного управления в мультиметре *ABM-4563* предусмотрены интерфейсы RS-232, USB и LAN. Поддерживается программирование с помощью команд SCPI.

www.aktakom.ru

НОВЫЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ

Компания **Rohde & Schwarz** сообщила о выпуске нового генератора среднего класса *SMM100A*. До настоящего времени в среднем классе векторных генераторов компании были модели *SMBV100B* и *SGT100A* с частотным диапазоном до 3 ГГц или до 6 ГГц. Новый генератор дополняет линейку моделями до 6 / 7 / 12,75 / 20 / 31,8 / 44 ГГц, с полосой формируемых сигналов до 120 / 240 / 500 / 1000 МГц (в зависимости от опций).

Сочетание высокой частоты несущей, широкой полосы сигналов и большой глубины памяти генератора производных сигналов (до 2 млрд. отсчетов) позволяет использовать генератор *SMM100A* для испытаний устройств в области телекоммуникаций (в том числе устройств 5G в диапазонах частот FR1 и FR2), приёмников сигналов стандарта 802.15.4z, WLAN IEEE802.11be, модемов для спутниковой связи, радиорелейных линий.



ROHDE & SCHWARZ

Отличительной особенностью новой модели является высокое качество формируемых цифровых сигналов — измеренное значение неравномерности АЧХ в полосе модуляции 1 ГГц на частотах несущей от 5 ГГц до 35 ГГц не превышает 0,2 дБ, модуль вектора ошибки EVM на частоте 28 ГГц не более 0,8%, что является превосходным показателем.

Низкий фазовый шум на уровне -134 дБн/Гц (тип) на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц от несущей позволяет тестировать радарные системы тем пользователям, кто пишет свои сигналы в среде MATLAB.

Наличие опции *SMW-K520* наделяет генератор возможностью формировать сигналы распространенных видов модуляции (таких как BPSK, QPSK, QAM, APSK, FSK итд.) в реальном времени прямо из меню прибора, не прибегая к использованию внешнего ПК.

Большинство опций в генераторе открываются постоянными или временными программными ключами, что позволяет гибко планировать бюджет на контрольно-измерительное оборудование по мере необходимости. Обязательными аппаратными опциями являются только опции выбора частотного диапазона, генератора производных форм и фазовой когерентности.

www.rohde-schwarz.com

KEYSIGHT РАСШИРЯЕТ СВОЕ ПОРТФОЛИО ИСТОЧНИКОВ/ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ

Компания **Keysight Technologies, Inc.** объявила о выпуске трех новых источников/измерителей (SMU) для испытательных применений, требующих высокой точности, высокого разрешения и универсальности возможностей измерения. В том числе для определения вольтамперных характеристик (I-V) полупроводниковых устройств, и их тестирования на надежность, а также для прочих нелинейных устройств и материалов.

SMU представляют собой электронные приборы, способные одновременно выступать в качестве источника и измерителя. Они могут с высокой точностью подавать напряжение или ток и одновременно измерять точные значения напряжения и/или тока. Компания **Keysight** предлагает широкий спектр приборов SMU, которые разделены на 4 категории: прецизионные приборы, приборы для конкретных применений, приборы общего назначения и основные приборы.

Прецизионный PXIe источник/измеритель SMU **Keysight M9601A** идеально подходит для различных задач измерения вольтамперных характеристик (I-V), требующих высокого разрешения и точности, таких как: определение характеристик, параметрические испытания и испытания надежности полупроводников, активных/пассивных компонентов и электронных устройств общего назначения. Он обеспечивает высочайшую точность измерений в диапазонах до 210 В / 315 мА и имеет разрешение до 500 нВ / 10 фА. Возможности импульсных измерений и измерений с выборкой позволяют *M9601A* производить большое количество различных измерений как по постоянному току, так и в импульсном режиме с минимальной шириной импульса до 20 мкс при частоте дискретизации 1,25 Мвыб/с.



**KEYSIGHT
TECHNOLOGIES**

Пятиканальные прецизионные PXIe источники/измерители SMU **Keysight M9614A** и **M9615A** идеально подходят для применений, требующих высокой плотности каналов, например, испытания на надежность полупроводниковых устройств и испытания интегральных схем (ИС). Они поддерживают точность измерений до 30 В / 500 мА с разрешением до 6 нВ / 10 пА и обеспечивают более широкий выходной диапазон, чем обычный четырехканальный PXIe SMU при более низкой стоимости на канал. Их функция определения диапазона измерения тока сокращает продолжительность испытания, исключая необходимость изменения текущего предела измерений, расширяя динамический диапазон, включающий четыре поддиапазона измерений.

Прецизионные PXIe источники/измерители SMU **Keysight M9602A** и **M9603A** обеспечивают небольшую длительность импульса (10 мкс), высокую скорость выборки 15 Мвыб/с и широкий выходной диапазон. Они по-

звоняют проводить динамические / импульсные измерения для широкого спектра новых применений, таких как испытания оптических устройств лазеров поверхностного излучения с вертикальным резонатором (VCSEL), интегральных схем (ИС) в широком выходном диапазоне и с высоким разрешением. Кроме того, они обеспечивают низкий уровень шумов, что позволяет проводить измерения с более коротким временем апертуры, а функция определения диапазона измерения тока исключает необходимость его изменения, повышая скорость проведения испытания.

www.keysight.com

ПОРТАТИВНЫЙ МУЛЬТИМЕТР С ФУНКЦИЕЙ РЕГИСТРАТОРА

Ассортимент прецизионных цифровых мультиметров **АКТАКОМ** пополнился новой моделью — портативный TrueRMS мультиметр с функцией регистратора *АММ-1219*. С помощью нового мультиметра АКТАКОМ АММ-1219 можно выполнять измерения постоянного напряжения до 1000 В (базовая точность 0,05%), среднеквадратического значения переменного напряжения до 750 В (базовая точность 0,5%, диапазон 40...1000 Гц), постоянного тока до 20 А (базовая точность 0,5%), среднеквадратического значения переменного тока до 20 А (базовая точность 0,8%, диапазон 10...1000 Гц), сопротивления до 200 МОм (базовая точность 0,5%), емкости до 20 мФ (базовая точность 3,0%), частоты до 20 МГц (базовая точность 0,1%), коэффициента заполнения от 0,1 до 99,9%, температуры внешними термодатчиками типа К в диапазоне -50...400 °С (базовая точность 1,0%), а также проводить тестирование диодов и проверку целостности цепей.

Мультиметр АММ-1219 имеет входной импеданс 10 МОм и защиту на всех диапазонах 1000 В постоянного или 750 В переменного напряжения.

Среди особенностей новинки стоит выделить следующее: автоматический и ручной выбор диапазонов, удержание текущих значений, режим относительных измерений, автовыключение питания (30 мин), интерфейс Bluetooth 4.0, бесконтактный датчик напряжения, функция регистратора данных до 10000 измерений во внутреннюю память (сэмплирование от 1 до 4200000 с), широкий ЖК дисплей с разрядностью 4½ и ото-



АКТАКОМ

бражением до 20000 отсчетов, категория электробезопасности CAT IV 600 В, CAT III 1000 В.

Новый мультиметр АММ-1219 поставляется в защитном противоскользящем и противоударном чехле, обеспечивающем надежную защиту от механического повреждения.

www.aktakom.ru

ПОРТАТИВНЫЙ ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ

Компания **Rohde & Schwarz** представила новый двухпортовый портативный анализатор цепей **R&S ZNH** с функциями анализа АФТ/антенн и измерения полной матрицы S-параметров. Обе эти функции доступны в базовом исполнении. Новый анализатор **R&S ZNH** отличается простотой управления, компактностью, легко конфигурируется и идеально подходит для полевых испытаний.

R&S ZNH — портативный векторный анализатор цепей, который позволяет определить неисправные ВЧ кабели и компоненты коммуникационных систем. С помощью **R&S ZNH** также можно измерять СВЧ-компоненты в лабораторных и полевых условиях до 26,5 ГГц. **R&S ZNH** является образцовым прибором при решении стандартных измерительных задач, таких как анализ кабелей и антенн и полные двухпортовые измерения S-параметров. В анализаторе встроены ступенчатые аттенюаторы приёмника на обоих измерительных портах, что предотвращает их от возможной перегрузки. Архитектура **R&S ZNH** с четырьмя приёмниками поддерживает методику кали-

бровки с неизвестной переменной (UOSM). Лучшие в своём классе ВЧ-характеристики и особенности анализатора, такие как низкие шумы трассы (0,0025 СКЗ), 100 дБ динамического диапазона, выходная мощность в 0 дБм и 16001 измерительная точка делают **R&S ZNH** идеальным решением для запуска и обслуживания систем связи и исследования СВЧ-компонентов.

Дополнительные опции **R&S ZNH**, такие как измерение мощности, импульсные измерения, измерение абсолютных значений мощности и их отношений, позволяют выполнять работы, связанные с обслуживанием и ремонтом радарных или спутниковых систем. Эти возможности открываются в анализаторе цепей вводом специального цифрового ключа, который может ввести сам пользователь.



RONDE & SCHWARZ

Вес анализатора всего 3 кг, небольшой размер, отсутствие активного охлаждения, долгое время работы от батареи и удобные в использовании, даже в перчатках, клавиши делают **R&S ZNH** идеальным прибором для работы в полевых условиях. 7-дюймовый multi-touch экран работает с поддержкой жестов, схожих с управлением современными смартфонами, что уменьшает время работы и интуитивно повышает скорость привыкания к интерфейсу прибора. Также в анализаторе есть функция помощника настройки и конфигурации измерительной установки. Бесплатное ПО **InstrumentView** и **MobileView** позволяет немедленно передать полученную информацию в полевых условиях в лабораторию для одновременного анализа.

Новый портативный анализатор **R&S ZNH** отлично подходит для конструкторских бюро, производственных линий и учебных заведений с ограниченным бюджетом и нехваткой места для размещения прибора при измерении таких компонентов как фильтры, усилители, ВЧ-кабели, адаптеры и антенны.

www.rohde-schwarz.com

Смотрите канал АКТАКОМ на YouTube!

 <https://www.youtube.com/user/AKTAKOM>

Обзоры контрольно-измерительных приборов и радиомонтажного оборудования, подробные видеоруководства по применению и дистанционному управлению приборами, установке ПО АКТАКОМ.

ЩЕЛЧКИ И ИСКРЫ. «НЕВИДИМЫЙ УБИЙЦА» И ТЕХНОЛОГИИ АНТИСТАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ АКТАКОМ

CLICKS AND SPARKS. «INVISIBLE KILLER» AND АКТАКОМ ANTI-STATIC PROTECTION TECHNOLOGIES

Все мы в той или иной степени знаем о таком природном явлении, как статическое электричество. Конечно, специалисты знают о нем практически всё, простые обыватели знают значительно меньше, но и те и другие в равной степени подвержены «щелчкам», а иногда даже с искрами, когда прикасаются к токопроводящим предметам в сухую морозную погоду или при снятии синтетической одежды. В других случаях, когда мы наблюдаем забавную борьбу человека с «прилепившейся» полимерной пленкой или когда пытаемся раскрыть полиэтиленовый пакет, касаемся металла и получаем неприятный «укус» электричеством, то практически не обращаем на это внимания. Неприятно, да, но в целом не опасно для человека.

Значительно более серьезные проблемы статическое электричество создает на производстве. Масштабы и виды возможного воздействия очень разнообразны — от пробоя полупроводниковых структур в радиотехнике до взрывов и пожаров на производствах, связанных с перекачкой огнеопасных жидкостей или перематкой рулонов различных материалов — бумаги, ткани, полимеров.

В производствах, связанных с полупроводниковыми приборами, повреждение, как правило, наносит операторы или обслуживающий персонал, не соблюдающие требования регламента по обеспечению антистатической безопасности, т.к. при проектировании и разработке радиотехнических приборов предусматриваются меры для обеспечения антистатической защиты. В результате действия токов, возникающих от малого статического заряда, структура кристалла микросхемы может претерпеть повреждения, которые выявятся лишь в процессе эксплуатации. Сотрудник, не одевший на руку антистатический браслет, иной раз представляет большую угрозу, чем текущие производственные неполадки, ведь тем самым он может принести колоссальные издержки производителю, в дальнейшем способствуя снижению его репутации. Поэтому средствам защиты от электростатических зарядов уделяется особое внимание.

Давно стало нарицательным выражение «это же Китай...», особенно по отношению ко всякой дешевой



электронике, поставляемой из этого восточного государства, имеющего мощные производственные базы с различными степенями технологического оснащения. На мелких производствах, где, как правило, производятся товары широкого потребления, антистатическая защита может отсутствовать вовсе, поэтому такие массовые явления как неработающий прибор, поломка на следующий день и т.п., к сожалению, случаются достаточно часто. Однако не все производства пренебрегают антистатической защитой. На серьезных предприятиях, особенно на линиях сборки высокоточной электроники, такая защита присутствует в обязательном порядке, хотя и здесь бывают случаи, когда обеспечив надежную защиту одной производственной цепочки, забывают про другие, не менее важные.

Борьба со статическим электричеством и его возможными последствиями — достаточно обширная область современного инжиниринга и в данной статье мы не будем углубляться в тонкости. Отметим только, что наиболее распространенные методы уменьшения влияния статического электричества — это быстрый отвод возникающего заряда или его нейтрализация привнесенными зарядами.



Рис. 1. Антистатическая ESD столешница рабочего стола АКТАКОМ

В первом случае применяют конструктивные методы для обеспечения наилучших условий «стока» заряда (например, в контур заземления через специальные разрядные планки или электроды), а в случае нейтрализации — применение различных (химических, механических или иных) способов сохранения ионного баланса, как например ионизация воздуха специальными ионизаторами разнообразных форм и производительности, распыление специальных аэрозолей или просто увлажнение воздуха в помещении.

Сделаем небольшое отступление и вспомним из курса физики 8-го класса, что представляет собой статическое электричество. Собственно это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках. Иначе говоря, если электрические заряды свободно передвигаются по проводнику, то возникает электрический ток, а если в силу каких либо причин они останавливаются без движения и начинают накапливаться — возникает статическое электричество. Каждое физическое тело, находясь в нейтральном состоянии, сохраняет баланс отрицательных и положительных зарядов, а подвергаясь определенному воздействию, может продуцировать либо положительные, либо отрицательные заряды. Воздействие может быть совершенно разным — резкое изменение температуры или давления, но самое распространенное — это трение материалов в различных видах — трение как токовое, трение жидкости, трение материала при перематывании о валы и так далее. Фактически, любое движение сопровождается трением, и как следствие, возникновением статического заряда. Степень наэлектризованности тела от трения определяется условно по месту материала в трибоэлектрическом ряду, один конец которого является положительным, а другой — отрицательным. При трении пары материалов из ряда, материал, расположенный ближе к положительному концу ряда, зарядится положительно, а другой — отрицательно. В электронной промышлен-

ности статический заряд называют «невидимым убийцей», ведь электричество, накапливаемое на различных предметах, в самый неожиданный момент может привести к разряду, а наиболее чувствительные компоненты могут выходить из строя уже при напряжении 30 В.

Таким образом, статическое электричество это неотъемлемый физический фактор, как жизни человека, так и его производственной деятельности, в разной степени влияющий на цепочки процессов технологического формата.

Как же бороться со статическим электричеством? И возможна ли эта борьба в рамках производства или научной лаборатории? Ответом послужит обзор антистатических устройств защиты из ассортимента АКТАКОМ.

И начать обзор стоит с рабочего места, за которым сотрудник проводит большую часть времени. Современный рабочий стол радиомонтажника, сборщика, регулировщика, мастера по ремонту — это не просто столешница на ножках. Это решение, которое обеспечивает специалисту удобное расположение, оптимальное размещение приборов и инструментов, подводку электропитания, правильное освещение рабочей зоны и, самое главное, антистатическую защиту.

Специальные антистатические столешницы толщиной 25 мм, которыми комплектуется мебель АКТАКОМ, изготавливаются из токопроводящего материала немецкого производства, используемого для создания рабочих мест с электронной техникой, пультов управления, лабораторий, т.е. везде, где необходим рассеивающий электростатический заряд. Пластиковое покрытие обладает высокой износостойкостью, ударопрочностью, сопротивлением воздействию высоких температур, стойкостью к действию химикатов и растворителей. Токопроводящие материалы серии ESA производства Thermopal соответствуют необходимым требованиям проводимых материалов и находятся в диапазоне $7,5 \times 10^5 \dots 1 \times 10^9$ Ом.

Для защиты человека, а также компонентов и изделий от электростатиче-

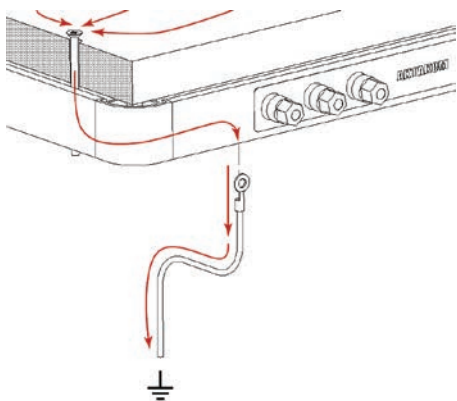


Рис. 2. Заземление столов серии АРМ-4хх0-ESD



Рис. 3. Портативный тестер АКТАКОМ АММ-2043

ского заряда, каждое рабочее место АКТАКОМ оснащено специальными средствами. Статический заряд, рассредоточенный на поверхности рабочего стола, отводится через заземляющий контакт (разъемы заземления) и кабель заземления сопротивлением 1 МОм, которыми оборудованы все модели столов АКТАКОМ.

За задней панелью каждого стола расположен 2-х метровый желто-зеленый провод, который необходимо подключить к шине заземления в лаборатории. На передней панели имеются 3 разъема для подключения к заземлению антистатического коврика, антистатического браслета, паяльной станции и прочего оборудования. В стандартной комплектации на рабочем столе установлен блок электрических отечественных и евророзеток с двумя выключателями со световой индикацией (по одному на освещение и на розетки), и автоматом отключения от внешней электросети. Для подключения к внешней электросети за задней панелью имеется силовой трехжильный кабель длиной 3 м.

Так, сочетая надежность, практичность, правильное расположение элементов и требуемые размеры, и создаются готовые антистатические решения комплектов рабочей мебели АКТАКОМ.

Однако мебель — это только часть комплекса для создания надежной антистатической защиты на предприятии или в лаборатории. Немало возникает проблем, связанных со статическим напряжением, когда сотрудник, не одевший на руку антистатический браслет или не заземливший антистатический мат на рабочем столе, может своим наведенным статическим электричеством повредить приборы или электронные компоненты, т.к. стекающий ток в некоторых случаях может достигать нескольких миллиампер. Поэтому немалое внимание уделяется проектированию различных устройств контроля уровня электростатического заряда, ионного баланса, проверки состояния антистатических приборов и принадлежностей.

Одним из таких устройств является

портативный тестер АКТАКОМ АММ-2043, который сейчас широко применяется в электронной производственной сфере, для организации оперативного контроля наличия статического электричества в уязвимых местах производственных площадок, где используются чувствительные к статическому электричеству компоненты.

Основные задачи, которые решаются с помощью тестера АММ-2043, это определение полярности и измерение интенсивности электростатического заряда на отдельных деталях или линиях сборки. С помощью тестера АММ-2043 легко контролировать производительность ионизатора, кроме того, он способен определить область накопления электростатического заряда и его параметры, чтобы выбрать для ионизатора подходящее место расположения с последующим анализом уровня его эффективности.

АММ-2043 имеет два диапазона измерения статического электричества: нижний от 0 до 1,5 кВ и верхний от 1 до 20 кВ. Выбор диапазона производится автоматически. Так как уровень заряда определяется не контактно, а через измерение поля, то необходимо достаточно точно позиционировать прибор относительно объекта измерения. Расстояние между прибором и объектом должно быть строго 25 мм. Конечно, в реальных условиях измерять расстояние линейкой неудобно, поэтому в приборе применен оптический метод позиционирования двумя источниками света.



Рис. 4. Пластина для измерения ионного баланса — в зависимости от режима устанавливается в верхней или нижней части прибора

Прибор выполнен в виде небольшого, легкого и удобно лежащего в руке блока с большим экраном, разделенном на две функциональные зоны, и кнопками управления. В нижней части экрана в цифровом и символьном виде выводится измеренное значение, информация о режиме работы, состоянии батареи и т.д., а в верхней части в графическом виде отображается уровень ионного баланса, при этом зона условно разделена на 2 части — положительную, с подсветкой красного цвета, и отрицательную голубого цвета.

В верхней части прибора установлена измерительная пластина, которая используется при определении ионного баланса и одновременно защищает рабочую область прибора. При измере-

нии заряда электростатического поля пластина снимается и удобно устанавливается в аналогичное крепление в нижней части прибора, избавляя от необходимости держать ее в руках. Все измерения проводятся с обязательным заземлением прибора, для чего в комплекте поставляется заземляющий проводник с 3,5 мм аудио разъемом для подключения к прибору и с зажимом типа «крокодил» на другом конце проводника.

Перемещая прибор в пространстве, можно легко локализовать зоны в объеме воздуха (помещения) или элементы конструкций, имеющих несбалансированный ионный фон — причину возникновения электростатических полей.



Рис. 5. Портативный измеритель статического напряжения АКТАКОМ АТР-9365

Прибор настолько прост в использовании, что трудно даже придумать какие-то дополнительные сервисные функции для удобной работы. Тем не менее, из приятных мелочей в приборе присутствуют кнопка удержания значений и функция автоотключения для сохранности батареи. Прибор имеет звуковую сигнализацию режимов работы — включения и выключения, смены режима, превышение допустимого диапазона и прочее. Стоит также отметить, что применение тестера значительно снижает риск нанесения вреда здоровью работников, поскольку статическое электричество относится к вредным производственным факторам.

Ранее мы уже говорили, что для отвода возникающего заряда применяют конструктивные методы, например контуры заземления через специальные разрядные планки. Однако, несмотря на простоту и экономическую целесообразность использования заземления для борьбы со статическим электричеством, далеко не везде есть возможность «все заземлить». В первую очередь это относится к изоляторам, пластмассам и изделиям из них, изолированным проводникам, которые нельзя заземлять. В этом случае, избавиться от статического электричества можно, нейтрализовав заряд свободными положительными и отрицательными



Рис. 6. Тестер для контроля сопротивления заземления антистатических браслетов АТР-9355

ионами, продуцируемыми в атмосферу ионизатором. Этот метод широко распространен, достаточно сказать, что в ассортименте контрольно-измерительных приборов и промышленной ESD мебели АКТАКОМ присутствует целый ряд антистатического оборудования: антистатические маты для использования на рабочем столе, антистатические браслеты, большой ассортимент антистатических радиомонтажных инструментов и паяльного оборудования. Из специализированных приборов «антистатической» направленности следует отметить измеритель электростатического поля и ионного баланса АКТАКОМ АММ-2043, о котором мы рассказали выше, а также измеритель статического напряжения АКТАКОМ АТР-9365 и прибор для контроля сопротивления антистатических браслетов АКТАКОМ АТР-9355. На двух последних приборах стоит остановиться подробнее.

Если ручной тестер АММ-2043 измеряет значение бесконтактно, по уровню электромагнитного поля, то тестер АКТАКОМ АТР-9365 служит для измерения и удаления статического потенциала и контроля заземления персонала через заземляющие приспособления и материалы.

Широкий диапазон измерений прибора (0...19990 В) позволяет использовать тестер АТР-9365 на различных видах производств, в т.ч. высокотехнологичных, где с его помощью эффективно защищается дорогостоящее



Рис. 7. Браслет антистатический силиконовый АКТАКОМ АНТ-5165

оборудование от повреждений, вызываемых статическим зарядом.

Считается, что около 70% повреждений электронных компонентов статическим электричеством вызваны ненадежным заземлением персонала. Первичным способом заземления работника является антистатический браслет. Как показывают исследования, только обязательное и правильное использование антистатических браслетов сотрудниками предприятия позволяет до 40% сократить брак, образовавшийся в результате воздействия электростатического заряда. Антистатический браслет должен облегчать работу работника и подключаться через клипсу со встроенным резистором 1 МОм к узлу заземления, соединенного с общей шиной заземления в производственном помещении. Но обязательное ношение антистатических браслетов не дает полной уверенности в надежной защите от статического заряда, поэтому их необходимо ежедневно тестировать с помощью специального тестера. Сейчас на многих российских производствах в обязательном порядке применяется простое, но очень необходимое устройство — тестер для контроля сопротивления заземления антистатических браслетов АТР-9355. Прибор, как правило, устанавливается на стене и при прикосновении к контактной пластине измеряет сопротивление цепи антистатического браслета, и если сопротивление некорректное ($R \leq 800$ кОм или $R \geq 9$ МОм), загорается светодиод и звучит звуковой сигнал, причем прибор определяет как уменьшение, так и увеличение сопротивления относительно нормы.



Рис. 8. Антистатический настольный коврик АКТАКОМ

Что касается самих антистатических браслетов, то ассортимент АКТАКОМ предоставляет широкий выбор моделей, полностью соответствующих требованиям к антистатической защите.

Одним из самых популярных и комфортных антистатических браслетов является АНТ-5165 шириной 1,6 см. Он изготовлен из силикона с токопроводящей вставкой и обеспечивает безопасное и надежное крепление на запястье. Браслет подходит для использования в «чистых» помещениях, его легко содержать в чистоте, он устойчив к воздей-

ствию большинства химических веществ. Способ крепления браслета на запястье исключает случайное расстегивание.

Длина провода заземления браслета 2,4 м, встроенный резистор 1 МОм, крепление к узлу заземления зажимом «крокодил», а также высокая надежность делают АНТ-5165 одним из самых популярных при использовании на российских производствах электроники и в научно-исследовательских лабораториях.

В заключении отметим ряд приборов и устройств для оснащения рабочих мест сотрудников, которые доказали свою надежность и практичность в работе на многих российских предприятиях многолетней эксплуатацией.



Рис. 9. Портативный настольный ионизатор воздуха АКТАКОМ ASE-9340

Типовое рабочее место радиомонтажника или специалиста по ремонту должно быть не только конструктивно оборудовано, удобно и эргономично, но и оснащено необходимыми антистатическими принадлежностями, которые соответствуют требованиям общеевропейского стандарта IEC61340-5-1, определяющего параметры средств защиты от электростатического разряда.

Одним из таких универсальных антистатических инструментов является коврик или, как правильно говорить, — антистатический мат, который размещается на рабочей поверхности стола и предназначен для обеспечения дополнительной защиты оборудования, чувствительного к статическому электричеству. Антистатический мат подключается к контуру заземления с помощью специального провода и обеспечивает удельное поверхностное сопротивление $10^7 \dots 10^{10}$ Ом/м² со временем стекания заряда < 0,03 с. Поверхность такого коврика влагонепроницаема и устойчива к маслам, смазке и большинству растворителей. Отличаются такие коврики собственно только размерами и невысокой ценой. Размеры: 300×550 мм, 500×600 мм, 1200×600 мм.

Портативный настольный ионизатор воздуха АКТАКОМ ASE-9340 применяется при работе со схемами, чувствительными к статическому электричеству. Это наиболее эффективное решение, поскольку поток ионизированного воздуха можно направить непосредственно на те рабочие поверхности, где присутствует электростатический заряд, и создать на них нейтральный заряд. Этот простой и надежный прибор имеет большую площадь ионизации (400×1500 мм), обеспечивает быструю нейтрализацию статических зарядов и имеет встроенный очиститель эмиттера.

При работе радиомонтажника неотъемлемой частью рабочего процесса является принудительное отведение дыма, вредных паров припоя и флюса, образующихся при пайке, из воздуха рабочей зоны. Современным решением для этой задачи является вентилятор зоны пайки (или проще — дымоуловитель) АКТАКОМ ASE-7013, соответствующий всем требованиям антистатической защиты. Данная модель надежно крепится к столу струбиной, а угол наклона и положение на рабочем месте регулируются пантографом. Благодаря этому, дымоуловитель не занимает много места на рабочем столе, а возможность подсоединения к нему воздуховода обеспечивает чистоту воздуха в рабочей зоне. Отдельно стоит отметить, что дымоуловитель имеет низкий уровень шума и оснащен сменными угольными фильтрами из полиуретановой пены с высокой абсорбционной способностью.

Большая часть радиомонтажного оборудования АКТАКОМ имеет антистатическую защиту. Стоит выделить некоторые модели, применение которых позволяет создавать рабочие места с практически полной ESD-защитой и в совокупности с другими приборами. К ним относится ремонтная паяльная станция с термовоздушным каналом и каналом для монтажа ASE-3106. Прибор оснащен кнопочным управлением температурой на-



Рис. 10. Дымоуловитель АКТАКОМ ASE-7013



Рис. 11. Ремонтная система с термовоздушным каналом и каналом для монтажа АКТАКОМ ASE-3106

грева паяльника от 50 до 480 °С, а также имеет аналоговое управление воздушным потоком с мощностью 300 Вт и температурным диапазоном до 500 °С. Паяльная станция ASE-3106 оснащена интеллектуальной системой охлаждения с автовыключением, имеет антистатическое (ESD) исполнение и применяется для монтажа электро- и радиоэлементов, чувствительных к статическому электричеству.

Статическое электричество, безусловно, создает массу проблем в технологических цепочках производственных и исследовательских процессов. Но, как видно из нашего обзора, все эти проблемы преодолены, благодаря современному решению АКТАКОМ, позволяющим обеспечить надежную антистатическую защиту, следуя своему основополагающему принципу — ТОЧНО. НАДЕЖНО. ДОСТУПНО. ☑

In industries related to semiconductor devices damage is usually caused by operators or maintenance personnel who do not follow the requirements of the anti-static safety regulations. When designing and developing radio-technical devices there should be measures taken to ensure antistatic protection. Current arising from small static charge may damage the crystal structure of a microcircuit which will be only revealed during the operation. Therefore special attention is paid to the means of protection against electrostatic charges. The present article will tell you about the danger that may be caused by static electricity and also about AKTAKOM antistatic protection devices.

ВРЕМЯ ТЕСТИРОВАНИЯ — ЭТО ДЕНЬГИ: КАК СЛОЖНОСТИ С КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ВЛИЯЮТ НА БИЗНЕС

TESTING TIME IS MONEY: THE BUSINESS IMPACT OF TEST EQUIPMENT ISSUES

Тед Бёрнс (Ted Burns), Keysight Technologies, Inc.

Тестирование является важнейшим этапом в цикле разработки любого изделия, решения или услуги. Независимо от того, в какой отрасли работает предприятие, оно будет подчиняться определенным ограничениям, стандартам и нормативам, регулирующим проведение испытаний, чтобы гарантировать, что его продукция работает эффективно и безопасно.

Однако в последние годы задачи, решаемые инженерами-разработчиками значительно усложнились, поскольку усиливается тенденция сокращения сроков вывода на рынок новых продуктов и услуг. Растет число случаев возникновения проблем, связанных с использованием контрольно-измерительного оборудования, которые были вызваны его неправильной конфигурацией либо отсутствием необходимой подготовки или знаний у инженеров-испытателей, невозможностью отладки и быстрого устранения неполадок в работе оборудования или взаимодействием с окружающей средой. Это дополнительно усложняет и без того напряженный процесс разработки.

В опросе, проведенном компанией Dimensional Research, приняли участие 305 инженеров-проектировщиков из ряда транснациональных организаций, в том числе из технологического и телекоммуникационного



секторов. Результаты были очевидны — более 90% компаний теряли прибыль из-за предотвратимых задержек, связанных с контрольно-измерительным оборудованием. Для более половины (53%) компаний эти убытки составляли более 100000 долларов США в день в ожидании решения вопросов технической поддержки. Потеря времени приводит к потере денег. Так как же возникла такая ситуация, и что с ней можно сделать?

СЦЕНАРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ СТАНОВЯТСЯ НА ПОРЯДОК СЛОЖНЕЕ

Чтобы оставаться конкурентоспособными, компании должны быстро устранять проблемы, вызывающие задержки. Несмотря на сложность проектирования, частые изменения в проекте и незнакомые новые технологии наравне с быстро развивающимися стандартами, инженеры вынуждены устранять технические неполадки «на бегу». В графиках разработки продуктов или услуг не учитывается время, необходимое для поиска и устранения этих проблем. Чтобы придерживаться интенсивного графика, инженеры должны делать это без скидок на от-

сутствие необходимых ресурсов, навыков и опыта.

В прошлом инженеры должны были хорошо разбираться в конструкции контрольно-измерительного оборудования и стандартах испытаний. Сегодня у них просто нет времени на изучение того, как работают их контрольно-измерительные приборы, как оптимизировать их настройки или устранить неисправности в сложной схеме измерений для достижения результатов, указанных в спецификациях и отраслевых стандартах. Находясь под постоянным давлением, направленном на сокращение длительности циклов разработки новых продуктов, ведущие компании рынка не могут позволить себе ждать несколько дней, чтобы получить доступ к специалистам технической поддержки для решения проблемы.

В качестве практического примера скажем, что в прошлом инженеры-разработчики регулярно скачивали технические руководства, чтобы узнать о внутреннем устройстве прибора. Они хорошо понимали принципы работы и варианты использования оборудования, разбирались в конфигурациях измерительных схем.

Сегодняшние сценарии тестирования резко отличаются возросшим количеством и сложностью испытаний. В настоящее время их невозможно осво-

Каковы общие убытки вашей компании, когда инженеры-проектировщики теряют рабочий день из-за проблем с оборудованием?



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



ЦИФРОВЫЕ RLC-МЕТРЫ

Контроль тестового уровня



Встроенный источник смещения

Анализ трансформаторов



CV-метрия!



Графический анализ кривых резонанса



1 МГц!

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			

0,05%

AM-3028

AMM-3033

AM-3128

**AM-3123
AM-3125**



AM-3055

карманный



Регистратор

+ мультиметр



100 кГц



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 ½ разряда; однострочный	3 5/6 разрядов; однострочный	4 ½ 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:



ить полностью, соблюдая при этом сроки вывода изделия на рынок для оправдания ожиданий клиентов. Для достижения нужной скорости инженеры-разработчики полагаются на автоматизацию и сложное программное обеспечение. Но если испытания проваливаются, то поиск и устранение неисправностей может оказаться сложной и трудоемкой задачей.

ОБОСТРЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОБЛЕМ

Проведенный независимой организацией опрос для компании Keysight показал, что 91% респондентов сталкиваются с влиянием на их бизнес проблем, связанных с калибровкой, устранением технических неисправностей или производительностью оборудования. Кроме того, 46% опрошенных сообщили, что они понесли убытки в первый же день из-за того, что их контрольно-измерительные приборы не работали должным образом. Помимо этого, 72% заявили, что проблемы с калибровкой в течение трех дней повлияли на их бизнес, а в среднем 65% рассказали, что время, требуемое для калибровки и ремонта оборудования или слишком велико, или непредсказуемо из-за отсутствия соглашений об уровне обслуживания (SLA), помогающих сократить отставание от графика.

В целом, 97% респондентов столкнулись с проблемами с контрольно-измерительным оборудованием, что привело к задержкам в реализации проекта. 63% из них сказали, что их оборудование после выхода из строя потребовало ремонта. 56% сообщили, что у них возникли проблемы из-за неправильной установки испытательного оборудования — ошибок в настройках, подключении и т. д. 50% имели дело с оборудованием, не прошедшим калибровку, а 46% испытывали проблемы из-за неправильного использования прибора — ошибок оператора, его необученности, неправильного программирования и т. п. 29% испытывали задержки в ожидании установки нового контрольно-измерительного оборудования.

ПРЯМОЕ ВЛИЯНИЕ НА КОНЕЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БИЗНЕСА

Все эти проблемы могут иметь критические последствия для бизнеса. Если группа инженеров-разработчиков не может работать в течение одного дня из-за проблем с контрольно-измерительным оборудованием, то убытки могут быть очень большими. 53% опрошенных заявили, что это стоило им более 100 000 долларов в день, а 5% — более миллиона долларов.

Кроме того, 91% респондентов пояснили, что такие проблемы оказывают осязаемое и существенное влия-

ние на бизнес, начиная от снижения объема выпуска продукции (53%) или того, что продукция отвергается покупателями (47%), и заканчивая увеличением объема возврата (45%) и даже отзывом продукции (28%). Всё это обходится очень дорого. И эти убытки могут растянуться на несколько кварталов, в течение которых фирмы будут изо всех сил бороться за восстановление доверия своих клиентов.

СУЩЕСТВЕННАЯ РАЗНИЦА

В этой сложной обстановке неудивительно, что 60% отмеченных проблем связаны с неправильной настройкой или использованием испытательного оборудования. Само по себе это говорит о том, что по мере усложнения конструкции изделий и решений по тестированию, доступ к экспертам и информационным ресурсам службы технической поддержки приобретает всё более важное значение. При возникновении проблем компаниям необходимо быстрое и надежное руководство по поиску и устранению неисправностей. Наличие необходимой технической поддержки может сократить время решения проблем в ходе диагностики и устранения неисправностей современных средств измерений.

Обратите внимание, как часто требуется помощь специалистам по испытаниям: 95% сказали, что им нужна помощь каждый месяц, а 59% отметили, что они сталкиваются с шестью или более проблемами, требующими технической поддержки, каждый месяц. 94% инженеров, занимающихся испытаниями электронных изделий, заявили, что им нужна компетентная и быстрая техническая поддержка.

Еще более очевидно, что резко изменились ожидания и требования к технической поддержке. Почти половина из опрошенных профессионалов отмечает, что традиционные модели технической поддержки не соответствуют их ожиданиям и потребностям бизнеса. По их словам, модели оказания технической поддержки должны быть высококомпетентными, быстродоступными, с более быстрым и предсказуемым временем отклика. 68% опрошенных считают, что они могут сэкономить несколько дней каждый год, используя модель приоритетной поддержки.

Сегодняшнее проектирование и тестирование требует современного подхода к технической поддержке, адаптированного к гибкой взаимной связи разработки и испытаний. С каждым новым поколением технологий эта сложность увеличивается. Компании-производители контрольно-измерительного оборудования

должны быстрее реагировать и решать вопросы технической поддержки, чтобы помочь своим клиентам обеспечить соответствие требованиям методик тестирования и стандартов на испытания, а также совершенствовать техническое обслуживание. В целом, приоритетный доступ к экспертам по тестированию с гарантированным временем отклика и проактивными уведомлениями, услугами по калибровке и ремонту с фиксированным временем выполнения работ и применением современных цифровых технологий, может иметь существенное значение, независимо от того, проектируют ли инженеры продукцию или занимаются её производством. Правильно организованная поддержка позволяет поставлять в срок качественные изделия и помогает избежать проблем с проектированием и производством, приводящим к дорогостоящим задержкам. ☑

Testing is a crucial element in the development cycle of any product, solution or service. No matter what sector a business operates in, it will be subject to specific frameworks, standards and regulations governing testing to assure that its products operate effectively and safely. But the demands placed on R&D engineers have proliferated in recent years, as the landscape becomes more complex with increased time pressures to bring new products and services to market. There are growing incidences of workflow issues related to use of test equipment; whether because equipment has been misconfigured, test engineers lack the necessary training or knowledge, or environmental interoperability or equipment failures cannot be debugged and resolved quickly enough. This materially adds to the intensity of development cycles.

КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНЫХ ОПЦИЙ ОСЦИЛЛОГРАФОВ СЕРИИ R&S RTP/RTO/RTE

FUNCTIONALITY CONTROL AND DYNAMIC CHARACTERISTICS MEASUREMENT OF ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH HARDWARE OPTIONS OF R&S RTP/RTO/RTE OSCILLOSCOPES

Лемешко Н.В. (N. Lemeshko), д.т.н., нач. отдела АО «Корпорация «Комета», Горелкин М.В. (M. Gorelkin), инженер по продукту «Осциллографы» ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС», Струнин П.А. (P. Strunin), директор департамента продаж ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС»

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее широкое распространение получили цифровые электронные устройства, что обусловлено значительным прогрессом в развитии методов цифровой обработки сигналов (ЦОС) и в производстве соответствующей компонентной базы. Известными достоинствами цифровых устройств является повышенная помехоустойчивость, а также сложность реализуемых функций при сравнительно простой схемотехнике из-за использования микропрограммного управления.

Однако полностью цифровые устройства встречаются редко. Невозможность отказа от аналоговых сигналов обусловлена тем, что первичное представление информации, например, полученной с датчиков физических величин, в т.ч. с микрофонов всегда будет иметь аналоговую природу, т.е. представлено непрерывными функциями. После усиления такие сигналы для использования ЦОС должны быть оцифрованы, для чего применяются аналого-цифровые преобразователи (АЦП), трансформирующие входной сигнал в последовательный или параллельный цифровой код путем квантования по времени и амплитуде [1].

В схемах, реализующих ЦОС, АЦП обычно работают под управлением микроконтроллеров, формирующих сигналы, определяющие состояние АЦП и задающие моменты начала оцифровки, а также получающих подтверждение окончания оцифровки и использующих каким-либо образом сформированный цифровой код. Во многих случаях построение алгоритма работы контроллера должен учитывать время преобразования и некоторые другие его динамические характеристики (ДХ), иначе наблюдаемая производительность контроллера может значительно снизиться даже в



RONDE & SCHWARZ

сравнительно простых приложениях, например, за счет вынужденного простоя в ожидании подтверждения завершения оцифровки. Точные значения временных характеристик АЦП могут помочь и в решении задач тайминга при проектировании топологии печатных плат быстродействующих цифровых систем [2].

Для АЦП ряд ДХ обычно приводится в информационных листах, обзор которых показал, что большая часть сведений обычно даётся в категориях открытых интервалов, т.е. указывается минимальное или максимальное значение параметра, что может быть недостаточно для решения указанных выше задач. Ввиду этого целесообразно рассмотреть способы измерений ДХ, которые могли бы быть реализованы с применением минимальной номенклатуры средств измерений, обладающих широкой универсальностью. В настоящей статье мы будем ориентироваться на применение для решения указанной задачи осциллографов серий RTP/RTO/RTE компании Rohde&Schwarz, дополненных необходимыми аппаратными опциями.

СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЦП

Согласно [3], для АЦП выделяют группы статических и динамических характеристик. К первой группе относятся:

- разрешающая способность, определяемая минимальным изменением значения напряжения на входе АЦП, вызывающее изменение выходного кода на один младший значащий разряд;
- разрядность, равная округлённому до целого значения двоичному логариф-

му номинального количества уровней квантования входного сигнала;

- характеристика преобразования (ХП), представляющая собой зависимость входного напряжения и выходного кода АЦП;
- напряжение межкодового перехода, соответствующее равновероятному преобразованию в коды, отличающиеся одним младшим значащим разрядом;
- шаг квантования S , определяемый как разность смежных напряжений межкодового перехода;
- напряжение смещения нуля ХП;
- отклонение коэффициента преобразования от номинального значения, характеризующееся разницей в наклоне прямых, проведенных через начальные и конечные точки реальной и идеальной ХП;
- нелинейность аналого-цифрового преобразования как отклонение реального значения входного напряжения, соответствующего некоторой точке ХП, от значения, полученного по линеаризованной ХП в той же точке.

В качестве дополнительных в теории АЦП вводят понятия дифференциальной нелинейности, монотонности ХП, полной шкалы входного сигнала. Как видно из представленного перечисления, к категории статических характеристик относятся в первую очередь те, которые дают представление об отклонении от идеального процесса квантования. При достаточной разрядности АЦП и частоте выборок погрешности квантования будут заведомо ниже допустимых для заданного применения. Рассматриваемые ниже схемы измерений динамических параметров АЦП также позволяют измерить практически все перечисленные характеристики, но являются избыточными по отношению к сути такой задачи.

Характеристики быстродействия АЦП, используемые для конкретного образца, зависят от его архитектуры.

Имеются асинхронные АЦП, в которых запуск преобразования осуществляется автоматически после такого изменения аналогового сигнала на входе, при котором должен измениться выходной код. Для оценки характеристик быстродействия таких АЦП используется тестовый импульсный сигнал с весьма крутым фронтом с длительностью, много меньшей времени преобразования, о котором судят по задержке появления нового цифрового кода на выходе АЦП.

быть много меньше, чем разрешающая способность АЦП. На этом принципе, как будет показано ниже, и основано измерение апертурного времени.

К ДХ АЦП принято относить и значение «сигнал/шум», позволяющее определить вносимые преобразованием искажения. Этот параметр определяется приростом гармоник после восстановления сигнала по результатам оцифровки.

Для стандартных случаев использования АЦП интерес представляют вре-

да, то тогда выдача бита в каждом разряде сопровождается тактовым импульсом на назначенном входе АЦП.

Значение Δt_c может проявлять зависимость от состояния входа RD. Если к моменту завершения преобразования выдача параллельного кода разрешена, т.е. на входе RD необходимо для этого значение установлено заранее, то значение Δt_c может быть больше, при этом предыдущее значение цифрового кода сменяется новым. Для разных сочетаний нового и предыдущего сочетания бит выходного кода значение Δt_c может быть разным, и здесь лучшим вариантом для определения максимального разброса является накопление статистики.

Как следует из изложенного, измерение ДХ АЦП должно сопровождаться контролем его выходных и входных сигналов в объеме, достаточном для определения всех временных характеристик. При этом принципы измерений и структура схем измерений ДХ, а также уровень привлекаемого оборудования определяются целью измерений.

СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЦП

Принципы измерений ДХ АЦП и реализующие их схемы зависят от сути решаемой задачи. Типовой, но редко встречающейся в инженерной практике задачей является измерение паспортных характеристик АЦП. Ясно, что для решения такой задачи необходимо использовать прецизионное оборудование и оснастку, которые не оказывают значимого влияния на точность измерения ДХ. В особенности это касается

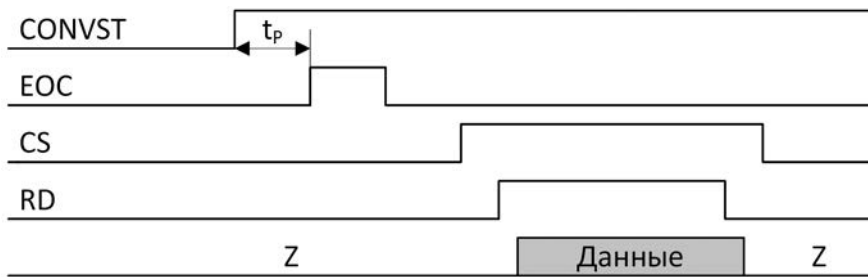


Рис. 1. Типовая временная диаграмма работы современных АЦП в режиме выдачи параллельного кода

Для тестирования АЦП с внешним тактированием могут применяться сигналы произвольной формы. Для них к группе динамических характеристик (ДХ) относятся:

- время преобразования t_p , определяемое как задержка между импульсом запуска и моментом появления на выходе АЦП значения кода либо импульса подтверждения её окончания на специальном выходе;
- максимальная частота преобразования $F_{T,m}$ — частота дискретизации входного сигнала, при котором контрольный параметр АЦП не выходит за установленный допуск. В качестве контрольного параметра обычно выбирается нелинейность либо монотонность аналого-цифрового преобразования;
- апертурное время t_A , под которым понимается интервал времени, в течение которого сохраняется неопределенность между значением оцифровываемой выборки и временем, к которому оно относится;
- монотонность ХП при максимально допустимой скорости изменения входного сигнала;
- асинхронность начала выдачи параллельного кода, характеризуемая разбросом времени появления обновленных значений параллельного цифрового кода после завершения преобразования.

Апертурное время ограничивает предельную скорость изменения аналогового сигнала на входе АЦП. Если она больше некоторого значения, то к моменту появления на выходе АЦП очередного отсчета он уже не будет актуальным, т.к. сигнал на входе успеет измениться на значение, превышающее разрешающую способность АЦП. Для отсутствия влияния на процесс оцифровки изменение сигнала на входе АЦП за апертурное время должно

ма преобразования t_p , асинхронность начала выдачи параллельного кода Δt_c , а также некоторые другие временные соотношения между входными и выходными сигналами АЦП, которые требуют учета при осуществлении как программного управления, так и при непрерывном выполнении преобразования с постоянной частотой тактирования. На рис. 1 представлена типовая временная диаграмма работы современных АЦП, работающих по внешнему тактовому сигналу. После поступления на вход CONVST тактового импульса в АЦП начинается процесс оцифровки, по завершению которого

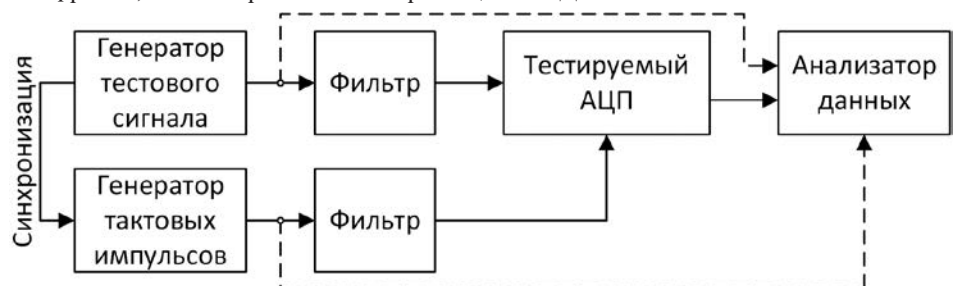


Рис. 2. Схема измерений отношения «сигнал/шум» после оцифровки и фактического динамического диапазона АЦП

на выходе EOC формируется короткий импульс, подтверждающий готовность АЦП к выдаче оцифрованных данных. Далее изменением сигналов на входах CS и RD осуществляется выбор АЦП и дается разрешение на чтение данных, после чего выходы D0...Dn переходят в активное состояние, и с них считываются результаты оцифровки. Если уровни сигналов на входах CS и RD всегда соответствуют выбору АЦП и разрешению на чтение данных, то тогда информационные выходы АЦП всегда активны и их состояние соответствует последним результатам оцифровки, которые обновляются в начале импульса EOC. Если АЦП работает в режиме формирования последовательного ко-

АЦП с большим значением $F_{T,m}$. Для выполнения таких измерений можно использовать схемы, предусматривающие применение двух генераторов сигналов (рис. 2) либо одного, оснащенного специальной опцией (рис. 3).

В схеме на рис. 2, применяемой для оценки отношения «сигнал/шум» после оцифровки и фактического динамического диапазона АЦП, тестовый сигнал и тактовые импульсы формируются отдельными генераторами, почти всегда имеющими синхронизацию по опорной частоте. В качестве тестового обычно применяется синусоидальный сигнал, фильтр в цепи его передачи предназначен для подавления высших гармоник. Аналогично, сигнал с выхо-

да генератора тактовых импульсов подвергается фильтрации для снижения джиттера, вызванного высокочастотными компонентами спектра и фазовыми шумами. Использование фильтрации позволяет расширить предельно измеряемый динамический диапазон АЦП. В качестве анализатора данных могут использоваться решения, работающие на базе персональных компьютеров и позволяющие регистрировать отсчеты с последующим построением спектра восстановленного аналогового сигнала. При включении в состав анализируемых данных выборки тестового сигнала и тактовых импульсов схема на рис. 2 позволяет выполнять измерения ДХ АЦП в представленной выше трактовке.

качественный генератор тестового сигнала, оснащенный модулем формирования тактовых импульсов, работающим под управлением специальной программной опции. Принцип выполнения измерений остается тем же, но в схеме отсутствуют фильтры, что допустимо далеко не для всех генераторов и должно сопровождаться формированием особо качественных сигналов. Примером для применения в схеме на рис. 3 является генератор R&S SMA100B с опцией SMAB-B29. Формируемый им тестовый сигнал отличается сверхнизким уровнем фазовых шумов (тип. -145 дБс на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц, опция R&S SMAB-B711). Модуль формирования тактовых импульсов имеет два выхода, которые спо-

лемы для разработчиков. Ввиду этого для экспериментального определения ДХ АЦП целесообразно использовать менее сложные измерительные решения, отличающиеся от рассмотренных главным образом принципами подготовки выходных сигналов АЦП к дальнейшему анализу.

На рис. 4 показана схема измерений, основанная на восстановлении входного сигнала с помощью образцового быстродействующего цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). Разрядность последнего должна быть значительно выше измеряемого АЦП. При этом ЦАП должен обеспечивать неискаженное восстановление тестового сигнала, в качестве которого, как и в предыдущем случае, чаще всего используется моногармонический сигнал. Фильтр, устанавливаемый между АЦП и ЦАП, предназначен для некоторого сглаживания сигналов, что улучшает воспроизводимость результатов измерений. Применение ЦАП позволяет решить проблему необходимости большого количества входов для анализатора данных, в особенности если тестируются АЦП с большим количеством разрядов. В цепи подачи тестового и тактового сигналов при необходимости могут быть установлены делители с переменным коэффициентом деления.

Альтернативное решение представлено на рис. 5. Здесь ДХ измеряются на основе статистической обработки выходных данных. При этом функции, эквивалентные АЦП, могут быть реализованы в электронной вычислительной машине, в которой выполняется дискретное преобразование Фурье, посредством которого оцифрованный сигнал может быть сравнен с его эталоном в частотной области и определены гармоники, возникшие в результате оцифровки. Также в такой схеме могут быть сопоставлены моменты времени прихода тактовых импульсов и изменений состояния буфера и регистра, что позволяет оценить границы варьирования выбранных ДХ путем накопления статистики по их измеренным значениям.

Измерение апертурного времени требует иного подхода. Как отмечалось выше, апертурное время определяет ограничение по максимальной скорости нарастания сигнала на входе АЦП. На этом и основан принцип измерений, реализуемый в схеме на рис. 6. В схеме применен стробоскопический осциллограф, предназначенный для регистрации импульсов субнаносекундной длительности. На вход 1 осциллографа и на вход АЦП подается синусоидальный сигнал. Запуск аналого-цифрового преобразования выполняется синхронимпульсом осциллографа, подаваемого через регулирующую линию задержки. На вход 2 осциллографа подается сигнал с образцового ЦАП, восстанавли-



Рис. 3. Схема измерений отношения «сигнал/шум» после оцифровки и фактического динамического диапазона АЦП без фильтрации с одним генератором, включающим модуль формирования тактового сигнала

Фильтры в схеме на рис. 2 можно не применять, если тестовый и тактовый сигналы обладают низким уровнем гармоник, фазовых шумов и джиттера. Например [4], если в составе схемы на рис. 2 используются генераторы R&S SMA100A и частота тестового синусоидального сигнала составляет 358 МГц, то амплитуда его второй гармоники будет примерно на 40 дБ ниже, чем основной, откуда возникают существенные ограничения по разрядности тестируемого АЦП. Известно [3, 5], что отношение «сигнал/шум» SNR связано с разрядностью АЦП n соотношением $SNR[дБ] \approx 1,06n + 1,76$, откуда следует, что для восьмиразрядного АЦП значение $SNR \approx 50$ дБ. Очевидно, что применение фильтра в этом случае обязательно, и его эффективность будет определять предельную разрядность АЦП, для которых возможно выполнение измерений.

В схему на рис. 3 входит высокока-

чественный генератор тестового сигнала, так и синусоидальные сигналы с полупериодным сдвигом с выходной мощностью до +20 дБм и частотой до 6 ГГц [4]. Установка обеспечивает измерения SNR до 75 дБ, что соответствует разрядности АЦП, равной 12 бит. Таким образом, при необходимости определения ДХ и других характеристик АЦП для внесения в паспорт измерительная установка может содержать в качестве основного элемента всего один высококачественный генератор с необходимыми аппаратными и программными опциями.

При проектировании цифровых устройств рассмотренные решения практически не используются, поскольку предназначены для полномасштабного тестирования АЦП. Их реализация требует использования специальных средств измерений и программных опций, а значит — дополнительных затрат, которые далеко не всегда прием-

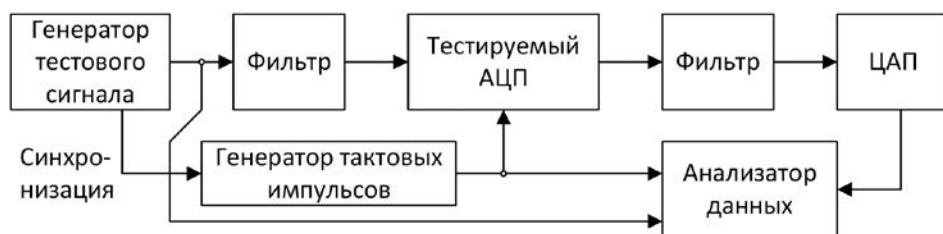


Рис. 4. Схема измерений ДХ с применением вспомогательного ЦАП

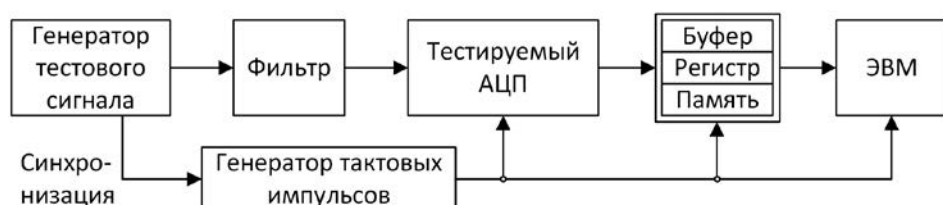


Рис. 5. Схема измерений ДХ методом дискретного преобразования Фурье

Осциллографы смешанных сигналов

Tektronix®

Новинка!



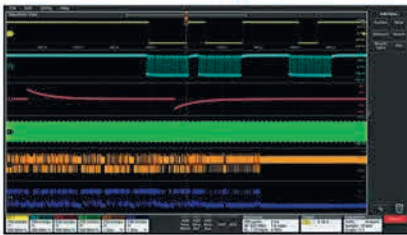
MDO Серии 3



MSO Серии 4



Максимальная гибкость и наглядность представления исследуемой системы



Быстрый всесторонний анализ характеристик сигналов



Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ



- **Иновационный 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



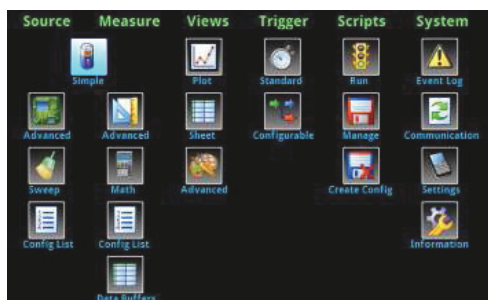
**БОЛЬШЕ
 ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru**

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)

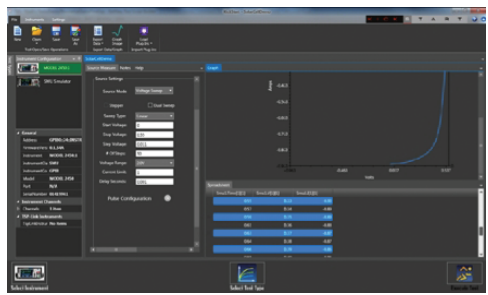
Параметр	2450	2460	2461	
Максимальная мощность	20 Вт	100 Вт	100 Вт / 1000 Вт (имп.)	
Напряжение (ист./изм.)	Макс. значение	200 В	100 В	
	Точность	±0,015% / ±0,012%		
	Разрешение	500 нВ / 10 нВ	5 мкВ / 100 нВ	5 мкВ / 100 нВ
Ток (ист./изм.)	Макс. значение	1 А	7 А	7 А ; 10 А (имп.)
	Точность	±0,02% / ±0,02%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

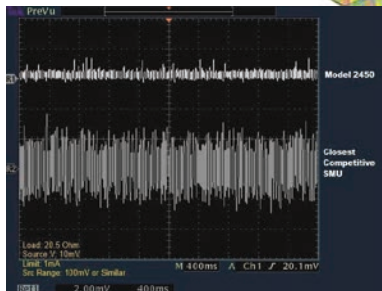
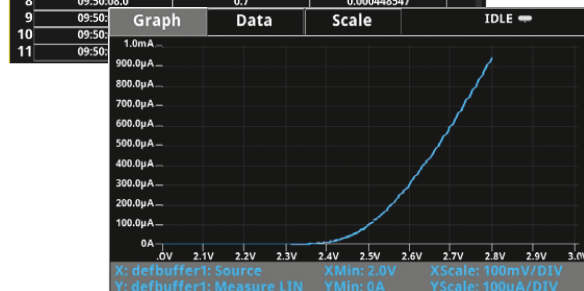


Начальная страница меню источника-измерителя содержит подробную информацию о состоянии прибора и позволяет изменять диапазоны, устанавливать выходные значения и выбирать пороги защиты, ускоряя проведение экспериментов.



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



вающего форму тестового сигнала по коду, формируемому АЦП.

Принцип измерения апертурного времени состоит в следующем. Осциллограф синхронизируется по сигналу в входе 1. При наступлении условия запуска он вырабатывает синхроимпульс, поступающий с заданным запаздыванием на вход генератора тактовых импульсов, который вырабатывает заданное их количество с частотой $F_{T,m}$, в результате АЦП формирует ряд цифровых отсчетов. Повышая частоту тестового синусоидального сигнала, находят такое её значение f , при котором восстановленный сигнал приобретает искажения. Роль линии задержки в схеме измерений состоит в создании такого временного сдвига для синхроимпульса, при котором выдача оцифрованных данных была бы совмещена с нулевым уровнем тестового сигнала.



Рис. 6. Схема измерений апертурного времени с использованием образцового ЦАП

По известному значению f апертурное время t_A определяется следующим образом. Максимальная скорость изменения напряжения на выходе АЦП соответствует моменту прохождения синусоидального сигнала $s(t) = U_m \sin(2\pi ft)$ с амплитудой U_m через нулевое значение. При этом $\max(ds(t)/dt) = 2\pi f U_m$. При этом для измеренного по схеме на рис. 6 значения f изменение сигнала на входе АЦП за время t_A будет соответствовать значению шага квантования по амплитуде S , т.е. $2\pi f U_m t_A = S$. Отсюда имеем $t_A = S / (2\pi f U_m)$.

Таким образом, измерение ДХ и других паспортных характеристик АЦП в общем случае требует использования в схемах измерений специализированных устройств, высокостабильных генераторов, а также специальных аппаратно-программных опций. Далее будем считать, что разработчик располагает справочной информацией об АЦП, и путем измерений решаются две задачи — это контроль функционирования АЦП и измерение временных соотношений для входных и выходных сигналов. Здесь можно рекомендовать использовать следующее измерительное решение.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТНЫХ ОПЦИЙ ОСЦИЛЛОГРАФОВ СЕРИЙ R&S RTP/RTO/RTE ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АЦП И ИЗМЕРЕНИЯ ИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Одним из основных требований, предъявляемых к современным средствам измерений, является максимальная универсальность по количеству

охватываемых практических задач. Другая ветвь развития представлена максимальной ориентированностью на конкретную решаемую задачу, причем пользователь в идеале должен использовать для проведения измерений единственное устройство. Такая концепция обычно реализуется в случаях, когда применение большого количества оборудования нецелесообразно по эргономическим, техническим или иным причинам, а количество объектов однотипного, стандартизованного тестирования велико. Представителем приборов такого класса являются радиотестеры для проверки авиационных радиостанций [6], имеющие крайне узкую сферу применения, ограниченную жестко закрепленными стандартами связи и частотными диапазонами.

Развитие осциллографов как средств измерений включает наращивание их

измерений из-за их многоканальности и необходимости синхронизации. Эта проблема должна быть применением осциллографов серии R&S RTP [7] или RTO [8] с аппаратно-программными опциями R&S RTx-B1 и R&S RTx-B6. Использование осциллографов серии R&S RTE [9] также возможно, но ограничено тем, что указанные опции для этих приборов являются взаимоисключающими и не могут быть установлены одновременно.

Схема измерений будет иметь вид, представленный на рис. 7. В качестве примера здесь выбран 8-битный АЦП с выдачей параллельного кода.

В представленной схеме формирование тестового сигнала, а также вспомогательных цифровых сигналов реализуется модулем R&S RTx-B6, который имеет два независимых аналоговых канала, а также восемь цифровых выходов, расположенных на специальной выносной плате, подключаемой к модулю плоским кабелем. Для опции R&S RTP-B6 тестовый сигнал формируется на одном из аналоговых выходов прямым цифровым синтезом с разрешением 14 бит и со скоростью до 500 Мвыб./с. Если выход нагружен на высокий импеданс, то синусоидальный сигнал будет иметь максимальную амплитуду 6 и 4 В для частот в интервалах до 50 МГц и от 50 до 100 МГц. Гармонические искажения для частот до 100 кГц и в интервалах 0,1...15, 15...35, 35...100 МГц составляют -70, -55, -40, -30 дБс соответственно, а негармонические искажения не превосходят -65 дБс. Фазовый шум при отстройке 1 кГц не превосходит -105 дБс.

Поскольку характеристика преобразования (ХП) для многих АЦП отличается линейным изменением кода только для входного напряжения одной полярности, то для положительных и отрицательных их значений тестирование АЦП целесообразно поочередно,

функциональных возможностей, которое реализуется с оглядкой на конкретные требования практики. Они обеспечиваются специальными опциями, работающими на аппаратно-программной платформе осциллографа. Задача проверки работоспособности АЦП и измерения некоторых его ДХ в охарак-

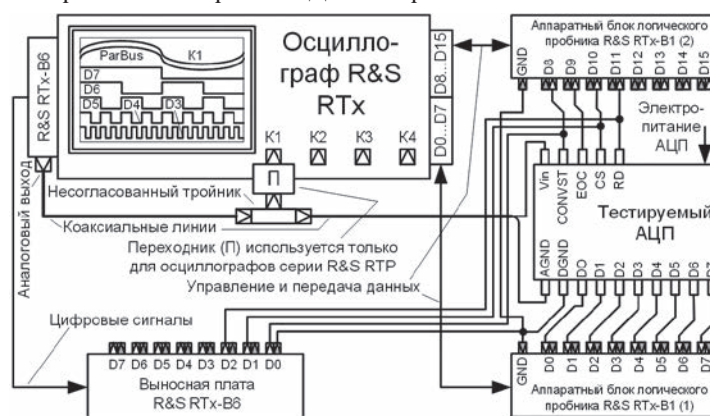


Рис. 7. Общая схема проверки работоспособности и измерений ДХ АЦП с использованием опций R&S RTP-B1/B6

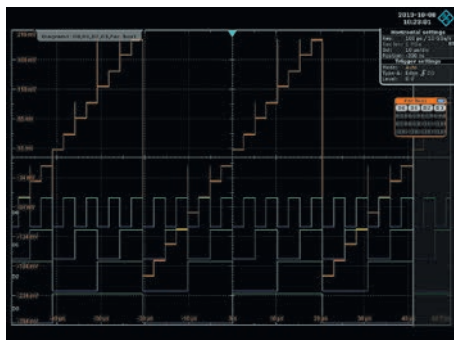
теризованном выше объеме может быть решена с использованием:

- логического пробника, отслеживающего состояния цифровых выходов и входов;
- генераторов, формирующего аналоговый тестовый и тактовый сигналов;
- осциллографа как средства отображения и документирования;
- устройства их синхронизации.

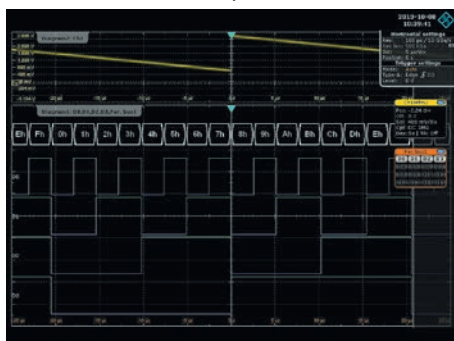
Использование перечисленных устройств по отдельности существенно усложняет схемы и снижает точность

вводя необходимую постоянную составляющую. Её достижимое значение равно $\pm(6V - V_{pp}/2)$, где V_{pp} — размах выходного напряжения. Если в качестве тестового используется сигнал произвольной формы, то размах сигнала ограничен значениями 12 и 8 В для скоростей до 125 и свыше 125 Мвыб./с. Этим значениям достаточно для тестирования практически всех АЦП. Для работы с сигналами произвольной формы должны быть сформированы файлы установленного формата.

Тестовый сигнал подается на канал 1 через несогласованный тройник. Каналы осциллографов серии R&S RTP работают только в режиме с входным сопротивлением 50 Ом, и для обеспечения высокого входного сопротивления и подключения обычных пробников используется специальный переходник



а)



б)

Рис. 8. Примеры представления состояния шины, объединяющей несколько логических входов:
а) в виде квазианалогового сигнала;
б) с декодированием в шестнадцатеричном исчислении

(П), показанный на рис. 7. Осциллографы серии R&S RTO обеспечивают выбор значения входного сопротивления каналов 50 Ом или 1 МОм. При тестировании АЦП используется последнее из указанных значений, и переходник не используется.

Каждый цифровой выход паттерн-генератора опции R&S RTx-B6 имеет отдельную землю для подключения потребителей сигналов. В схеме на рис. 7 при помощи паттерн-генерато-

ра формируются тактовый сигнал, а также сигналы выбора АЦП CS и разрешения чтения RD. Паттерн-генератор R&S RTP-B6 формирует битовые последовательности со скоростью от 1 бит/с до 40 Мбит/с, напряжение высокого уровня задается в интервале от 1,2 до 5 В, номинальное выходное сопротивление равно 330 Ом. Формируемые битовые последовательности задаются пользователем в файлах специального формата.

Анализ цифровых сигналов в схеме на рис. 7 выполняется при помощи логического пробника R&S RTx-B1. Он имеет два выносных аппаратных блока по восемь логических каналов. Для групп входов D0...D3, D4...D7, D8...D11, D12...D15 задается пороговый уровень в интервале от -8 до 8 В, а также можно использовать предустановки для ТТЛ, КМОП, ЭСЛ и других типов логик, что позволяет использовать схему для тестирования практически любых АЦП и цифровых устройств. Аппаратная часть опции обеспечивает опрос состояния каждого из каналов со скоростью 5 Гвыб./с, что позволяет проводить измерения для битовых последовательностей со скоростями до 400 Мбит/с. Любой из логических каналов можно использовать для управления запуском развертки с отслеживанием выполнения условий по ширине импульса, по наличию перепада и т.д. При необходимости для любой пары входов может быть компенсировано смещение сигналов по времени в интервале ± 200 нс, оценочное значение межканального смещения составляет 0,5 нс [7].

Оцифрованная информация с выходов АЦП, а также сигналы CONVST, EOC, CS и RD поступают на входы логического пробника и отображаются вместе с тестовым сигналом в канале 1. Отличительной особенностью программного обеспечения логического анализатора R&S RTx-B1 является возможность восстановления квазианалоговой функции по цифровым сигналам на логических входах в соответствии с их пользовательским

выбором и назначенным старшинством разрядов (рис. 8, а). Это позволяет получить представление о форме аналогового сигнала, который мог бы быть восстановлен прецизионным ЦАП по полученным выборкам. Для расширения области применения, в особенности при отладке цифровых устройств с параллельными шинами, состояние параллельной шины также может отображаться с декодированием бит в заданной системе исчисления, например, в шестнадцатеричном коде (рис. 8, б).

Таким образом, тестирование АЦП с использованием аппаратно-программных опций R&S RTx-B1/B6 осциллографов R&S RTP/RTO по схеме на рис. 7 сводится к сопоставлению форм входного и восстановленного квазианалогового сигналов, а измерение ДХ — к оценке введенных выше временных параметров по сигналам, зарегистрированным логическим пробником. Если применяются приборы серии R&S RTE, то они могут взять на себя либо функцию формирования тестового и тактового сигналов, либо анализ логических состояний цифровых входов и выходов АЦП.

ПРИМЕР ИЗМЕРЕНИЙ ДХ АЦП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИЙ R&S RTO-B1 И RTE-B6

Объект тестирования, средства измерений и оснастка. Для демонстрации описанного выше принципа измерений был выбран АЦП AD7892AN-1 фирмы Analog Devices, имеющий двенадцать разрядов и имеющий максимальную частоту оцифровки $F_{T,m} = 500$ кГц [10]. Данный АЦП является тактируемым, имеет напряжение питания 5 В и полную шкалу оцифровки в интервале -5...+5 В или -10...+10 В в зависимости от выбранного режима. АЦП может работать в режиме выдачи параллельного или последовательного кода; для проведения измерений выбран первый из них.

Старший бит D11 в составе параллельного кода определяет знак напряжения при оцифровке. В преде-

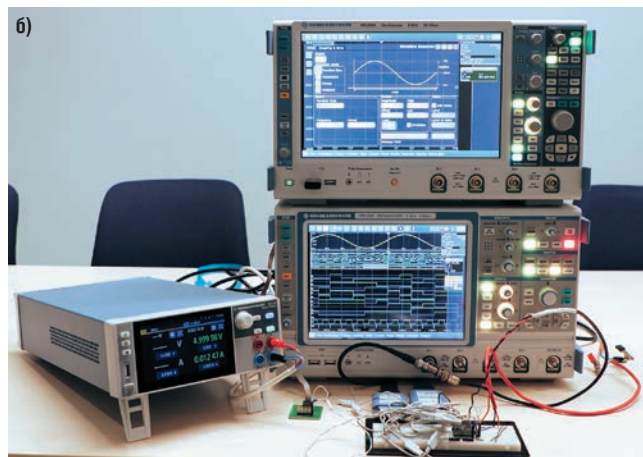
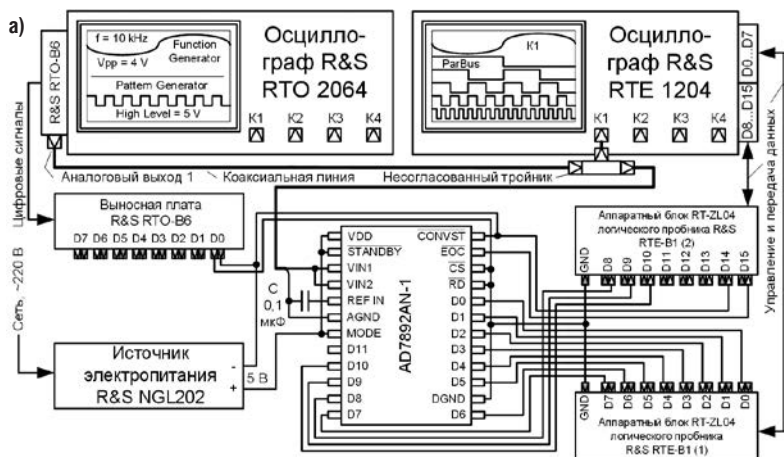


Рис. 9. Измерительная установка: а) схема; б) фотография

лах положительных и отрицательных значений аналогового входного напряжения выходной код АЦП изменяется линейно, ввиду чего проверку функционирования и измерение ДХ целесообразно выполнять раздельно для положительных и отрицательных значений, рассматривая разряды D0...D10 формируемого кода. При проведении измерений входы АЦП AD7892AN-1, определяющие режимы его работы, подключались в соответствии с назначением, установленным справочной информацией [10], причем АЦП работал в режиме постоянного разрешения на выдачу результатов оцифровки.



а)



б)

Рис. 10. Окна для установки настроек формирования сигналов модулем R&S RTO-B6: а) на аналоговом выходе 1; б) на выходах паттерн-генератора D0...D7

Схема измерительной установки, а также подключение АЦП пояснены на рис. 9,а. В ней в силу ограничений по наличию оборудования генерация тактового и тестового сигналов осуществлялась модулем R&S RTO-B6 осциллографа R&S RTE1204 с полосой частот до 6 ГГц и четыре канала, а измерения осуществлялись с использованием осциллографа R&S RTE1204 с полосой частот 2 ГГц и таким же количеством каналов, дополненного опцией R&S RTE-B1. Как и в схеме на рис. 7, выходы D0...D10 АЦП подключались к одноименным входам выносных модулей RT-ZL04 логического пробника, тактовый сигнал с выхода паттерн-генератора R&S RTO-B6 подавался на вход АЦП CONVST и одновременно на вход D14 логического пробника. Выходной сигнал ЕОС АЦП подавался на вход D15 логического пробника. Тестовый синусоидальный сигнал с частотой 10 кГц и амплитудой 2 В с аналогового выхода R&S RTO-B6 подавался на вход АЦП

и одновременно на канал 1 осциллографа R&S RTE1204. В зависимости от выбранной полярности для тестового сигнала устанавливалось постоянное смещение $-2,5$ В либо $2,5$ В. АЦП размещался на макетной плате, его электропитание осуществлялось двухканальным источником R&S NGL202. Фотография измерительной установки показана на рис. 9,б.

Для генерирования тактовых сигналов был подготовлен файл заданного в [8] формата, позволяющий формировать на выходе D0 выносной платы паттерн-генератора последовательность единичных и нулевых бит, использующуюся для тактирования.

Настройка опций R&S RTO-B6 и R&S RTE-B1 осуществлялась при помощи интерфейсных окон, показанных на рис. 10 и 11. Для сигнала на аналоговом выходе R&S RTO-B6 при этом задавался вид и размах тестового сигнала, частота, а также тип нагрузки (рис. 10, а). Поскольку аналоговый вход АЦП имеет входное сопротивление не менее 8 кОм [10], что значительно больше 50 Ом, то аналоговый выход R&S RTO-B6 фактически работает в режиме холостого хода. Для паттерн-генератора состояние выхода D0 определялось содержимым файла, также в нем указываются уровень сигнала, соответствующего единичному биту, и скорость воспроизведения. Последние две настройки могут быть изменены в окне, вид которого представлен на рис. 10,б. При этом частота тактирования АЦП будет в два раза ниже задаваемой битовой скорости.

На рис. 11 показано окно настройки опции логического пробника R&S RTE-B1, в котором могут быть выбраны выходы, для которых будет отображаться логическое состояние. Здесь же можно задать их объединение в параллельные шины, которых может быть до 4 шт., а также задать вид отображения состояния шин, варианты которого показаны на рис. 8. Поскольку анализу подвергаются одновременно тринадцать логических сигналов и один аналоговый, то квазианалоговое представление состояния параллельной шины, образованной входами D0...D10 логического пробника, далее не приводится. В правой части окна настройки можно

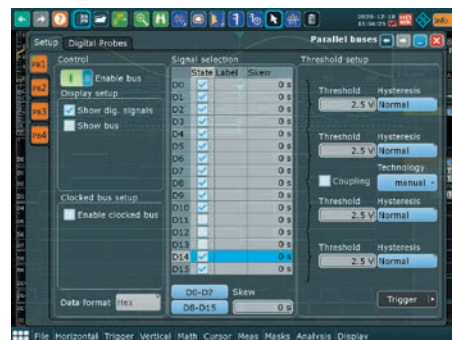
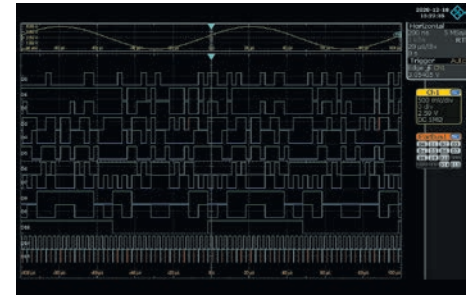
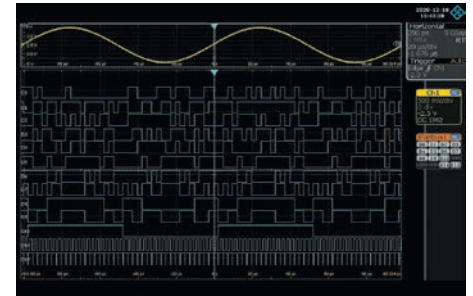


Рис. 11. Окно для установки настроек логического пробника R&S RTE-B1



а)



б)

Рис. 12. Результаты измерений при тактовой частоте 400 кГц, полученные для тестового сигнала: а) с положительной постоянной составляющей; б) с отрицательной постоянной составляющей

здать пороговые уровни для четырех групп логических входов.

При получении описанных ниже результатов было задано, что пороговый уровень равен половине напряжения электропитания АЦП, а логические входы D0...D10, D14, D15 относятся к одной параллельной шине.

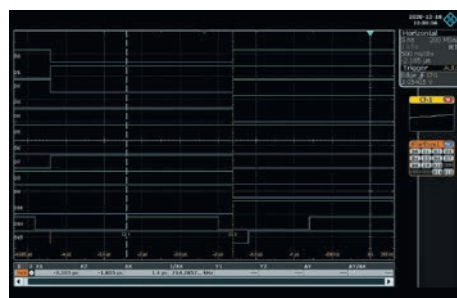
Результаты измерений были получены для тестового сигнала положительной и отрицательной полярности в режиме работы АЦП с частотой выборки не выше номинального значения, а также с его превышением для определения реакции АЦП. На рис. 12 представлены результаты измерений, полученные при частоте тактирования 400 кГц и оцифровке двух периодов тестового синусоидального сигнала с положительной и отрицательной постоянной составляющей. В разрядах D3...D10 строго соблюдается периодичность параллельного кода, что обусловлено кратностью частоты дискретизации и тестового сигнала. Это подтверждает правильное функционирование АЦП. В разрядах D0, D1 и D2 указанная периодичность нарушается из-за малых вариаций тестового сигнала. Сигналы на входах D14 и D15 логического пробника отличаются строгой периодичностью, каждому фронту тактового сигнала соответствует импульс завершения преобразования, формируемый на выходе ЕОС АЦП. В его начале происходит обновление параллельного кода.

В соответствии с введенными выше определениями для измерения времени преобразования t_p и асинхронности начала выдачи параллельного кода Δt_c необходимо отмасштабировать долж-

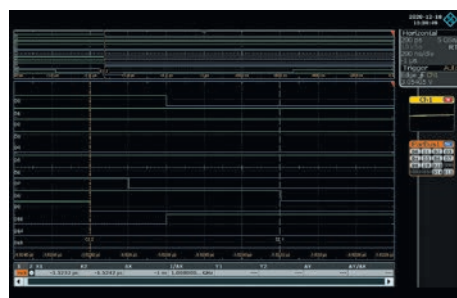
ным образом битовую диаграмму, например, представленную на рис. 12,а. На рис. 13,а представлена битовая диаграмма в пределах двух тактов оцифровки с установленными на неё курсорами для выполнения временных измерений, которые должны проводиться для входов D14 и D15 логического пробника. Время преобразования составляет 1,4 мкс, что, вообще говоря, соответствует предельной тактовой частоте, равной 714 кГц.

Для измерения значения Δt_C необходимо увеличить масштаб отображения для области битовой диаграммы вблизи расположения курсора C2.2 на рис. 13,а. Поскольку логический пробник опрашивает состояние входов с частотой 5 ГГц, то можно предположить, что измеренное значение будет пропорционально 0,2 нс, что подтверждается рис. 13,б. Как видно из результатов измерений, значение $\Delta t_C = 1$ нс. Важно подчеркнуть, что для получения достоверной статистической картины требует выполнить не менее десяти измерений значений t_P и Δt_C , и они могут отличаться для разных тактовых частот.

Далее рассмотрим режим работы АЦП с тактированием, частота которого равна $F_{T,m}$, а затем превосходит его. На рис. 14,а показаны результаты измерений, полученные при номинальном значении частоты тактирования $F_{T,m} = 500$ кГц, заявленной разработчиком АЦП. Здесь каждому циклу преобразования соответствует появление подтверждающего импульса, а также обновление битовой комбинации разрядов параллельного кода. Аналогичная ситуация сохраняется и при увеличении значения F_T на 20% — до 600 кГц. Отчасти это объясняет-

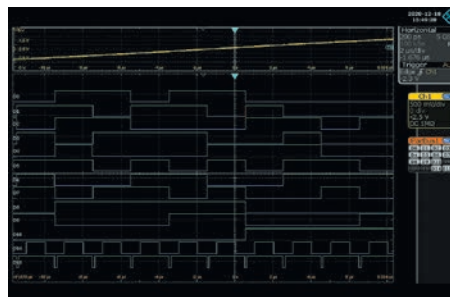


а)

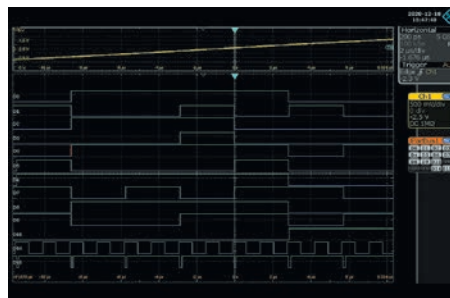


б)

Рис. 13. Курсорные измерения: а) времени преобразования t_P ; б) асинхронности начала выдачи параллельного кода Δt_C



а)



б)

Рис. 14. Результаты оцифровки при тактовой частоте: а) 500 кГц; б) 700 кГц

ся не только требованиями надежности осуществления преобразования, но и тем, что в семействе AD7892 для ряда типов АЦП $F_{T,m} = 600$ кГц, например, AD7892AN-3 [10]. При таком режиме интервал времени между началом импульса ЕОС и следующим фронтом тактового сигнала для исследуемого образца составляет около 25 нс.

На рис. 14,б показаны результаты измерений, полученные при $F_T = 700$ кГц. Здесь видно, что импульс подтверждения завершения преобразования выдается АЦП только на каждом втором такте, аналогично происходит обновление параллельного кода. Здесь фактически возникает ситуация, когда из-за незавершенности процесса оцифровки АЦП вынужден игнорировать фронт тактового сигнала, появившийся до выдачи импульса ЕОС. Учитывая значительные расхождения комбинации бит в параллельном коде на рис. 14,а и б при одинаковых условиях синхронизации и одном и том же тестовом сигнале, результаты оцифровки следует признать недостоверными. Это подтверждает, что эксплуатация АЦП должна осуществляться без превышения тактовой частоты, т.е. «разгон» здесь не допустим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, тестирование АЦП может быть реализовано с использованием аппаратных опций R&S RTx-B1/B6 осциллографов R&S RTP/RTO/RTE. Достоинством такого решения является универсальность по объектам тестирования, а также минимальная сложность схемы измерений. Синхронность формирования и анализа сигналов обеспечивается единой аппаратной платформой. При необходимости время начала генерации тактового и тестового

сигнала может быть совмещено по времени соответствующей настройкой R&S RTx-B6.

Обе аппаратные опции имеют широкую область потенциального применения в измерениях и отладке электронных устройств, а их ограничения по типам и характеристикам формируемых и анализируемых сигналов сужают её лишь в небольшой степени.

ЛИТЕРАТУРА И ССЫЛКИ

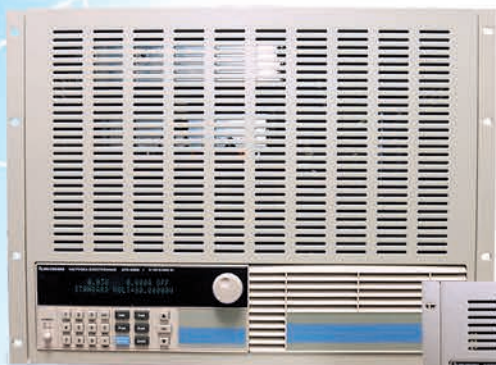
1. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. — С.-Пб., БХВ — Санкт-Петербург, 2000. — 528 с.
2. Кечиев Л.Н. Печатные платы и узлы гигабитной электроники. — М.: Грифон, 2017. — 424 с.
3. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП. — М.: Техносфера, 2006. — 392 с.
4. Gerbl F. ADC Testing with SMA100B. — R&S, presentation. — 18 p.
5. Ostermeier J. Selecting a Signal Generator for Testing AD Converters. Application Note. — R&S, 12.2010-1.01. — 84 p.
6. Румянцев К.Е. Радиоприемные устройства. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 336 с.
7. Осциллографы цифровые R&S RTP. Руководство по эксплуатации. v.01. — 1337.9952.02 — 856 с.
8. Осциллографы цифровые R&S RTO. Руководство по эксплуатации. v.06. — 1332.9725.02 — 1086 с.
9. Цифровой осциллограф R&S® RTE. Вершина искусства (описание изделия). — 3606.9033.12 05.00 PDP 1 ru. — 36 с.
10. LC2MOS Single Supply, 12-bit 600 kSPS ADC AD7892. — C1933c-2.5-6/00. — Интернет-ресурс <http://www.analog.com> (дата обращения 15.12.2020).

The current article will inform you about the method to control the functionality and measure the dynamic characteristics of analog-to-digital converters (ADCs) based on the use of oscilloscopes with analog and digital signals generator option as well as the logic probe. You will get to know about different practical approaches to measure the dynamic parameters of ADC and also about simpler measuring solutions based on the use of RTP/RTO/RTE series oscilloscopes from Rohde & Schwarz. Welcome to read the article for more details.

Профессиональные программируемые нагрузки постоянного тока Актаком



ATH-8020
ATH-8030
ATH-8036



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



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



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



АКТАКОМ
ТОЧНО | НАДЕЖНО | ДОСТУПНО

www.aktakom.ru

АКТАКОМ



YouTube



@aktakom

- ✓ 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 мкГц...10 МГц	1 мкГц...25 МГц	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...60 МГц	1 мкГц...150 МГц
Разрешение по частоте	1 мкГц				
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



ИТОГИ САМОЙ МАСШТАБНОЙ ОНЛАЙН-ВЫСТАВКИ НАЧАЛА 2021 ГОДА — CES 2021!



RESULTS OF THE LARGEST ONLINE EXHIBITION OF EARLY 2021 — CES 2021!

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

Традиционно новый год начался с приятного и увлекательного события из мира потребительской электроники — выставки CES, которая прошла с 11 по 14 января. В этом году она впервые состоялась в онлайн-формате и стала уникальным сочетанием демонстраций новейших разработок от 2000 компаний, развлекательных программ и, в общей сложности, более 100 часов конференц-сессий.

Как это было? Онлайн-выставка, это не то красочное, удивительное и потрясающее зрелище, к которому мы привыкли и которое ожидали. К сожалению, COVID лишил нас восхитительной атмосферы праздника. Выставка в цифровом формате представляла собой унылую стену, на которую наклеили логотипы компаний, кликнув на которые, посетители оказывались на виртуальном стенде. Посетители могли лишь догадываться, что скрывается за красочным брендом. Хорошо, если логотипы знакомые, а если нет? Значит нужно открывать каждый, но учитывая, что виртуальных экспонентов более 2000, такой формат мероприятия становится достаточно утомительным занятием. Часто, можно было увидеть презентации, где какие-то люди, рассказывали об их необыкновенном продукте, иногда даже не демонстрируя его или показывая статичные картинки, пытаясь объяснить, как раньше было плохо, а теперь будет хорошо. Рассказывали!!! И это сейчас, когда наше клиповое мышление жаждет быстрой подачи информации и нашего внимания ожидают еще 1999 стендов. Но, все же, выставка смогла отвлечь своего гостя от повседневных проблем, показала, что мир не стоит на месте, и, несмотря на все трудности, в нем есть место самым смелым мечтам и их реальным воплощениям.

«Полностью цифровая выставка CES 2021 позволила техническим специалистам из разных стран встретиться в виртуальных залах, поделиться своим опытом, обменяться идеями и предложениями. — Сообщил президент ассоциации СТА Гэри Шапиро. — CES — живой пример того, как пандемия ускорила процесс внедрения инноваций. Выставка проиллюстрировала стойкость и новаторский дух электронной промышленности. Новейшие устройства для дома и отдыха, достижения в 5G, автомобильные техноло-

гии, технологии искусственного интеллекта и «цифровое» здоровье — все это было представлено на CES 2021, а далее — станет неотъемлемой частью будущего».

«На выставке этого года нам удалось создать уникальную виртуальную среду, в которой компании могли делать объявления, анонсировать самые свежие разработки и общаться со своей аудиторией», — добавила Карен Чупка, исполнительный вице-президент CES.

CES 2021, несомненно, войдет в историю, как крупнейшее онлайн-событие в области цифровых технологий. В данном обзоре представлены разработки и устройства, которые произвели на нас наибольшее впечатление.

Со многими из них можно было ознакомиться 11 января в рамках Медиа дня CES, организованного специально для представителей средств массовой информации. Деловая программа этого дня включала 19 пресс-конференций, и свои онлайн-презентации продемонстрировали такие крупные компании, как Bosch, Canon, Caterpillar, Hisense, Intel, LG Electronics, Mercedes-Benz, Panasonic, Samsung Electronics и Sony. Активно обсуждались цифровые smart-технологии для дома, транспорта, а также устройства по уходу за здоровьем.

Компания LG Electronics (www.lg.com) каждый раз удивляет. Мы уже рассказывали о телевизоре LG Signature OLED TV R, который сворачивается в рулон и убирается внутрь специальной подставки. Впервые прототип этого 65-дюймового телевизора был показан в 2018 году. На CES 2019 была продемонстрирована уже готовая модель. И, наконец, в конце октября 2020 года компания LG объявила о начале продаж ограниченным тиражом первого в мире рулонного телевизора в Южной Корее. Модель RX можно приобрести в семи



Рис. 1. Телевизор LG Signature OLED TV R, сворачивающийся в рулон

магазинах премиум-класса в крупных городах по заоблачной, но, в силу уникальности технологии и, по заверению разработчиков, справедливой цене — 87000\$.

Казалось бы, какими еще качествами можно было бы наделить и без того единственный в своем роде появляющийся из ниоткуда телевизор. Но, специалисты LG смогли придумать, сделав такой же телевизор, но с прозрачным экраном. Дисплей LG Transparent OLED так же выдвигается из компактной тумбочки, целиком, либо частично, отображая время или погоду, но при этом, он практически невидим, символы на дисплее повисают, будто в воздухе. В модели используется 55-дюймовая OLED матрица, прозрачная на 40%.



Рис. 2. Уникальный телевизор-рулон LG с прозрачным дисплеем

У многих, наверное, возникнет вопрос, как смотреть на таком телевизоре, например, фильмы? Это, действительно, не совсем удобно. Да и цель разработки несколько иная — это скорее, дизайнерская задумка, если использовать его в домашних условиях, то он может быть вполне практичен в ресторанном бизнесе. Меню может выдвигаться из стола, касанием пальца можно будет выбрать блюдо на сенсорном дисплее, при этом экран прозрачный, и можно видеть своего собеседника или бармена. Или же в качестве рекламных щитов, не загромождающих при этом витрину. Но, вполне допустимо, что такая идея не сможет перейти в массовое производство, скорее всего, она так и останется на уровне своеобразного дизайнерского решения.

Также компания LG подразнила слушателей своей презентацией, показав в конце удивительный планшет, который прямо на глазах сжимается до раз-

меров стандартного смартфона. При этом качество изображения не страдает, и вы не видите границ, по которым складывается экран. Как скоро подобная модель планшета-смартфона сможет стать доступной широкому кругу пользователей, и станет ли, это пока вопрос времени. Пока известно только название модели — LG Rollable, но дополнительной информации или комментариев представители LG в своей презентации не дали.

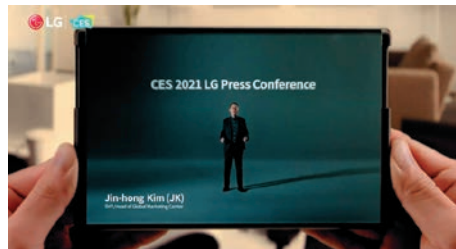


Рис. 3. Прототип планшета-трансформера LG Rollable

Компания Mercedes-Benz (www.mercedes-benz.com) объявила, что ее флагманский электрокар EQS дебютирует уже весной этого года. Седан великолепного спортивного дизайна будет оснащен самой большой сенсорной панелью управления, которая когда-либо использовалась в электромобилях. Специалисты компании посвятили презентацию 56-дюймовой панели Hyperscreen MBUX и ее функциям.



Рис. 4. Флагманский электрокар EQS от Mercedes-Benz

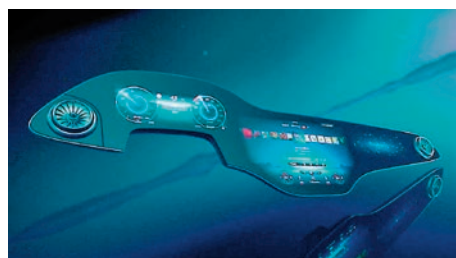


Рис. 5. 56-дюймовая сенсорная панель Hyperscreen MBUX

Так, панель электрокара состоит из трех OLED дисплеев — панели управления, медиа-дисплея и дополнительного сенсорного экрана для пассажира, сидящего на переднем сиденье. Вместе они составляют плавный яркий гиперэкрэн с антибликовым покрытием, что создает дополнительный комфорт для водителя и не отвлекает его от дороги. За работу панели отвечает 8-ядерный процессор и 24 ГБ RAM. Меню разра-

ботчики Mercedes постарались сделать максимально простым, и оно представляет собой иконки, доступные в одно касание.

Главная особенность панели Hyperscreen MBUX — в ней задействована технология искусственного интеллекта. Автомобиль «запоминает» проблемные участки дороги, расположение лежачих полицейских и с легкостью преодолевает их, увеличивая клиренс. Также он «узнает» адрес, по которому вы направляетесь, и может предложить, например, позвонить человеку, к которому вы едете на встречу. Панель также взаимодействует с системой для умного дома MBUX SmartHome, поэтому вы можете узнать у вашего автомобиля, не забыли ли вы выключить дома свет, все ли двери заперты. Как это сделать? С помощью голосового помощника HeyMercedes, которым панель Hyperscreen MBUX также наделена.

Компания General Motors (www.gm.com) шагнула еще дальше. В своей презентации GM предложила проехать на своей новой модели индивидуального авиатакси. Данный концепт оборудован четырьмя пропеллерами и электромотором на 90 кВт часов. Аппарат способен взлетать и садиться вертикально и перевозить 1 человека в кабине. Сама идея, от назначения до дизайна, создает впечатление чего-то космического и нереального. Все это напоминает, скорее, мультфильм «Тайна третьей планеты». Тем не менее, разработчики GM допускают, что когда-нибудь подобный транспорт станет неотъемлемой частью нашей жизни.

Специалисты компании IKIN (www.ikininc.com), вдохновленные не менее космическим фильмом «Звездные войны» 1977 года, решили воплотить в жизнь умение одного из его персонажей, дроида R2-D2, а именно — возможность трансляции голографических изображений. Идея состоит в создании аксессуара, накладываемого на дисплей смартфона на базе Android или iOS, который будет создавать трехмерные голограммы, видимые при дневном свете, с помощью специальной запатентованной линзы из химического полимера. Задействованная технология искусственного интеллекта поможет выводить голограммы в соответствии с положением головы и уровнем глаз пользователя.

Пока была продемонстрирована



Рис. 6. Индивидуальное авиатакси будущего от General Motors

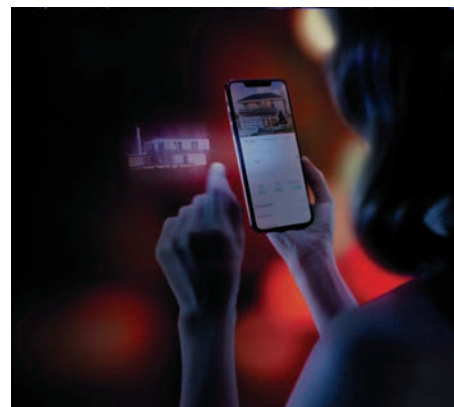


Рис. 7. Аксессуар IKIN для смартфонов, создающий голограммы

красочная презентация, где люди просматривают изображения с телефона, поворачивая его пальцами в воздухе. Сможет ли это, в действительности, выглядеть именно так, будет ли это доступно людям с проблемами зрения, насколько использование подобного аксессуара станет возможным в солнечную погоду, и когда мы сможем увидеть подобное «в живую»... Пока больше вопросов, чем ответов. Но разработчики IKIN серьезно намерены сделать это невероятное устройство общедоступным.

Футуристично, не правда ли? Трудно представить, что когда-нибудь подобные технологии смогут стать чем-то повседневным и обычным. Пока разработки, о которых мы рассказали, только планируются к выпуску, либо вообще существуют в качестве прототипа. Но не следует забывать, что выставка CES — это, прежде всего, и «живые» готовые устройства, не менее потрясающие и вполне достижимые. Такие устройства стали участниками конкурса «Инновационный продукт» CES 2021 Innovation

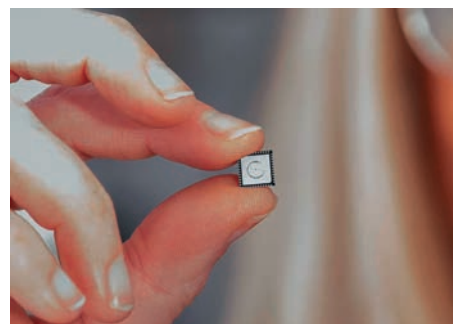


Рис. 8. Микрочип NDP120 для обработки аудиоданных с помощью глубокого обучения

Award, а основное условие данного конкурса — чтобы каждая инновация-участник уже была доступна на рынке и впервые была анонсирована после 1 апреля 2020 года. Итак, расскажем о некоторых разработках, которые уже доступны к покупке и вызвали наибольший интерес.

Новинку от компании Syntiant Corp. (www.syntiant.com) можно было с трудом разглядеть на виртуальном стенде. Компания продемонстрировала единствен-

ный в своем роде микрочип под названием NDP120 для обработки аудиоданных с помощью глубокого обучения. Применение нейросети позволяет подавлять эхо, значительно снижать уровень шумов, одновременно четко выделяя голосовые команды при минимальном расходе заряда батареи. Потребляемая мощность при этом составляет менее 1 мВт, что идеально подходит для постоянно включенных приложений в устройствах с батарейным питанием.

Другую мини-модель представила компания Amber Solutions Inc. (www.ambersi.com). Ее разработка, полупроводниковый коммутатор переменного тока Amber, обеспечивает преобразование переменного тока в постоянный и

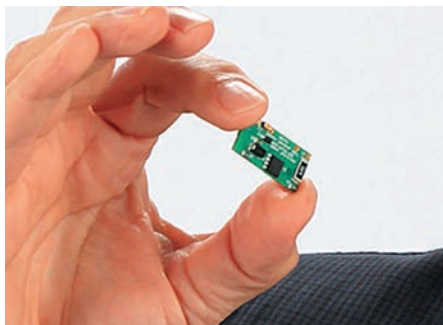


Рис. 9. Полупроводниковый коммутатор переменного тока Amber

управление мощностью переменного тока до 4000 Вт без применения дополнительных электролитических элементов, магнетиков и реле. Данная технология используется ведущими компаниями для улучшения конструкции таких устройств, как настенные выключатели, системы управления освещением, розетки и многое другое. Данный коммутатор в 3000 раз быстрее и безопаснее стандартных устройств, имеет ультракомпактный размер и может применяться для создания приборов и услуг IoT следующего поколения.

Компания E2IP TECHNOLOGIES (www.e2ip.com) продемонстрировала любопытное устройство для улучшения качества сети 5G. Данная сеть способствует быстрому соединению, отличается надежностью и большой пропускной способностью при небольших затратах, а это, в свою очередь, необходимые факторы для развития инфраструктуры «умного» города. Чтобы данная сеть была доступна повсеместно и работала

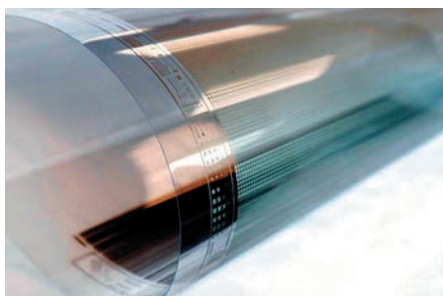


Рис. 10. Электромагнитная поверхность E2IP для улучшения качества сети 5G



Рис. 11. Аудиоколонка для душа Shower Power

бесперебойно, компания, совместно с Исследовательским центром связи Канады, создала электромагнитные поверхности E2IP. Это, в буквальном смысле, тонкие полупрозрачные пластиковые листы, способные лучше отражать, перенаправлять и блокировать определенные радиочастотные волны. Помимо этого, листы отличаются невысокой стоимостью и гибкостью, могут быть развернуты на фасаде здания, использоваться на вывесках, а также на стенах внутри помещения.

В рамках конкурса можно было ознакомиться и с другими устройствами, назначение которых лежит в более житейской области применения, но тоже весьма интересно. Компания Amperе (www.amperе.shop) представила аудиоколонку для душа Shower Power с Bluetooth и гидрогенератором, которая крепится непосредственно на саму лейку. Устройство вырабатывает 100% своей энергии из воды. Под ее напором начинает вращаться крыльчатка внутри колонки, которая приводит в действие электрогенератор. Вырабатываемая энергия накапливается во внутреннем аккумуляторе емкостью 2500 мАч, что обеспечивает более 20 часов работы.



Рис. 12. Smart-контейнер для мусора Lasso

Поэтому вы можете продолжать слушать музыку даже после выключения душа. Интересным фактом является еще и то, что корпус колонки выполнен из переработанного пластика, выловленного из океана. Это наглядный пример того, как можно разумно перерабатывать отходы, превращая их в нечто полезное.

А в переработке отходов вам помо-

жет smart-устройство от другого участника — компании Lasso Loop Recycling (www.lassoloop.com). Их «умный» контейнер Lasso способен сортировать мусор за вас, разделяя и сортируя пластик, стекло и прочие отходы. Внутри бака установлен сканер на базе искусственного интеллекта, который способен определить, может ли, например, выброшенный пластик быть переработан и получить вторую жизнь. Если да, то контейнер пропускает такой предмет через систему очистки и измельчения, после чего укладывает его в отдельный слот. Контейнер самостоятельно оповестит своего владельца сообщением на телефон, когда полностью заполнится.

Ну и, конечно, стремительное увеличение числа заболевших коронавирусом по всему миру способствовало выпуску всевозможных устройств в целях предупреждения и снижения распространения этого инфекционного заболевания. Компания MOTREX (www.motrex.co.kr) представила свой ультрафиолетовый стерилизатор UV-C для обеззараживания предметов и салона автомобилей. Небольшое устройство устанавливается в подстаканник и служит отличным средством защиты от бактерий и вирусов. Прозрачный корпус устройства показывает в процентах уровень очистки воздуха, а также уровень заряда аккумулятора.



Рис. 13. Ультрафиолетовый стерилизатор UV-C

В выставке участвовало множество компаний, предлагающих свои разработки для борьбы с коронавирусом и его предупреждения, которые не попали в конкурсную программу. Например, компания Kinsa (www.kinsahealth.co), участник CES и член Ассоциации потребительских технологий СТА, представила свою модель умного термометра, способную не просто измерять температуру тела человека, но и посредством мобильного приложения автоматически оповещать об этом преподавателя, если заболевший — школьник или студент, или работодателя.

Kinsa обладает также общей системой мониторинга, фиксирующей случаи заболевания, что позволяет программе компании выводить статистику в рамках определенной территории. Это совсем не означает, что зафиксированный случай имеет непосредственное отношение к COVID-19, его выявление будет требовать дополнительных мер. Но система Kinsa способна распознать

очаг заболеваемости, выделить определенные области, наиболее подверженные вспышке этой страшной инфекции, которым системе здравоохранения нужно уделить особое внимание.

Еще до 2020 года технологии Kinsa помогали пользователям следить за своим здоровьем и лечиться в домашних условиях. Мгновенно получая данные о высокой температуре, система мониторинга Kinsa может отслеживать распространение и продолжительность гриппа и других заболеваний. Пользователи также могут вводить другие симптомы в соответствующее приложение Kinsa, что позволяет выявлять общую картину заболеваемости и более точно характеризовать ситуацию с сезонными простудами.



Рис. 14. Умный термометр Kinsa, работающий совместно с приложением для ПК или смартфона

Помимо измерения температуры, приложение также ведет журнал здоровья семьи, способно отслеживать время приема лекарств и давать персональные рекомендации в зависимости от возраста человека и симптомов.

Специалисты Kinsa уверены, что термометры и приложение компании — уникальное изобретение, помогающее не только каждому отдельному человеку следить за своим здоровьем, но и прогнозировать вспышки заболеваемости. А то, что можно предугадать — можно контролировать. Именно это и являлось девизом компании при создании термометра.

Сразу несколько компаний-участников CES постарались внести свой вклад в создание удобных масок. Мы не станем оригинальными, если назовем основные неудобства, которые доставляют медицинские маски при постоянном ношении в местах общественного скопления людей, транспорте и даже на предприятии. Нехватка кислорода при их ношении в течение нескольких часов подряд в помещении, потеет лицо, неу-



Рис. 15. Умная маска Project Hazel

дбно носить очки, которые тоже постоянно запотевают. Компания Razer (www.razer.com), разработчик игрового оборудования, предусмотрела все эти нюансы и предложила вариант «умных» масок, полностью их исключаящих. Модель Project Hazel, сертифицированная по классу респираторов N95, обладает двумя фильтрами. Маска полностью закрывает нижнюю часть лица, защищая органы дыхания, при этом она прозрачна и оборудована подсветкой для темного времени суток. Еще одной особенностью является наличие встроенного микрофона, который усиливает голос. Теперь, надев маску, вам не придется стараться говорить громче, чтобы вас через нее услышали.

Маска xHale от компании xRapid Group (www.xrapid-group.com), оснащенная миниатюрными фильтрами, активно очищает вдыхаемый и выдыхаемый воздух, но, помимо этого, она также синхронизируется со смартфоном. Специальное мобильное приложение отслеживает частоту дыхания, постоянно сравнивая результаты с предыдущими показателями. Любое отклонение от нормы фиксируется, о чем приложение оповещает владельца.



Рис. 16. Маска xHale

Компания Hubble Connected (www.maskfone.com) представила свою маску MaskFone, которая, помимо защитных функций, выполняет еще и развлекательную. Маска оборудована встроенными наушниками.

Стремление внести свой вклад в

борьбу с коронавирусом сподвигло некоторые компании объединить усилия. Так поступили следующие организации: MorpheusTEK (www.morpheustek.com), ведущий поставщик датчиков и устройств для робототехники, компания DreamVu (www.dreamvu.com), лидер в области технологий трехмерного зрения, а также mAIrobotics (www.mairobotics.com), специалист в области мультимодальной робототехники на базе искусственного интеллекта. Совместными усилиями компании предложили серию новаторских технологий социального дистанцирования и мониторинга под названием CovidTECH, которая, по их мнению, способна обеспечить самый высокий уровень безопасности для рабочих мест.



Рис. 17. Маска со встроенными наушниками MaskFone

Всему миру сейчас приходится адаптироваться к новым нормам, и в приоритете остается главная задача — создание условий, при которых возможность заражения COVID-19 сводилась бы к нулю. С самого начала пандемии работодатели самых разных отраслей стремились защитить своих сотрудников, измеряя ежедневно температуру, предоставляя санитайзеры для обработки рук и маски. Но все эти вынужденные меры были не совсем надежны и выполнялись вручную.

«В настоящее время многие компании имеют ограниченные ресурсы для обеспечения безопасности. — сообщил Фил Хеннесси, генеральный директор MorpheusTEK. — Усовершенствованная система автоматизированного интеллекта, полностью автоматизированная технология измерения температуры тела от mAIrobotics, а также новейшая технология социального дистанцирования и мониторинга от DreamVu, представляют комплексный подход к вопросу обеспечения безопасности. Все меры выполняются автоматически, качественно и надежно».

Так, 3D-камера DreamVu PAL с углом обзора 360° полностью сканирует помещение и анализирует перемещение находящихся в ней людей с целью определения соответствующей безопасной дистанции между ними. При нарушении социального дистанцирования камера оповещает об этом руководство.

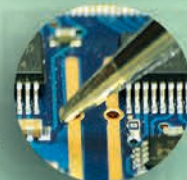
В свою очередь, система mAIrobotics

НОВОЕ ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Монтажные паяльные станции



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



Термовоздушные паяльные станции

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



ASE-4502

Индукционные паяльные станции

- Цифровой ЖК-дисплей
- Максимальная мощность 90 Вт
- Температурный диапазон 90...480 °С
- 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 °С / поток 24 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °С)
- Большой выбор наконечников
- Цифровой индикатор
- Простое управление



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

ASE-4205



АТР-3101

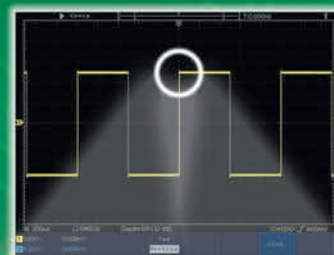
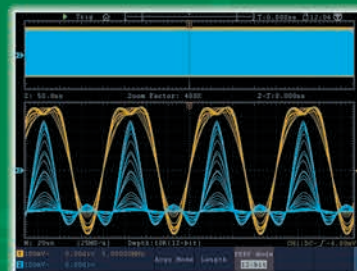


ПЕРВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ АКТАКОМ С РАЗРЕШЕНИЕМ 12 И 14 БИТ!



@aktakom

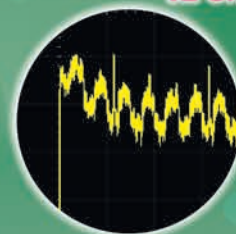
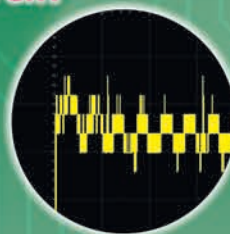
- ✓ До 4-х приборов в 1 корпусе :
 - Цифровой осциллограф с полосой 300 МГц
 - 1 или 2-х канальный генератор сигналов*
 - Цифровой мультиметр 3 ¼ разряда*
 - Анализатор протоколов I²C, SPI, RS-232, CAN*
- ✓ Большая глубина записи 40 миллионов точек
- ✓ Высокая скорость захвата осциллограмм 75000 осц/с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



Новинка!

8 бит

12 бит



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



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

под названием Gatekeeper с поддержкой ИИ-технологии и инфракрасным тепловым сканером следит за температурой тела сотрудников. Данное бесконтактное, полностью автоматизированное устройство определяет



Рис. 18. 3D-камера DreamVu PAL

температуру менее чем за полсекунды с высокой точностью. При этом человек может быть в маске — это не скажется на точности показателей и не введет ИИ-систему идентификации лиц в заблуждение. Если у кого-то из сотрудников будет выявлена повышенная температура, об этом будет оповещен работодатель.

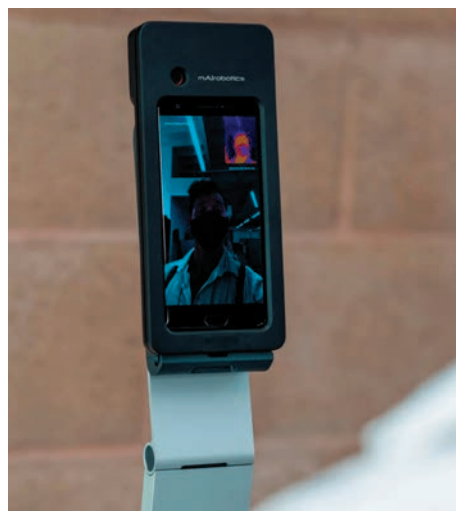


Рис. 19. Сканер Gatekeeper для измерения температуры

И, конечно, еще одна мера по снижению риска распространения вируса — воздержание от поездок за рубеж. Но и тут на помощь приходят удивительные разработки, которые также можно было увидеть на CES.

Речь идет о технологиях виртуальной и дополненной реальности (VR/AR). Они помогают не только совершить поездку в другую страну, находясь при этом у себя дома, но и посетить, например, музей или даже увидеть нечто несуществующее. Компания Ximmerse (www.ximmerse.com/en/HoloMuseum) — участник онлайн-выставки CES 2021 — представила свой голографический музей HoloMuseum на базе VR/AR. Разработка компании



Рис. 20. Голографический музей HoloMuseum на базе VR/AR

способна превратить любое помещение в интерактивное и захватывающее музейное пространство. Участники смогли посетить виртуальный зоопарк и узнать любопытные факты из мира природы и даже увидеть динозавров, вымерших миллионы лет назад.

По мнению специалистов компании, в ближайшем будущем возможно объединение искусственного интеллекта и технологий AR/VR, что позволит создавать персонализированных виртуальных гидов. Пользователю нужно будет всего лишь надеть специальные очки, указать в приложении свои интересы и хобби, а виртуальный гид, основываясь на указанных данных, сможет выделить основные места, наиболее интересные для посещения в городе и рассказать о них.

Компания Lenovo (www.lenovo.com) продемонстрирована более деловой вариант применения дополненной реальности, наделив этой технологией обновленный вариант AR-очков Lenovo ThinkReality A3. Даже внешне они отличаются от привычных, достаточно массивных AR-очков своим более аккуратным дизайном. Новая модель очков станет настоящим помощником в ведении бизнеса. Их можно использовать в офисе, на складе, в лаборатории, на производстве — в любом месте, где вам потребуется увидеть больше, нежели доступно человеческому глазу. С помощью очков ThinkReality A3 можно осуществлять 3D-визуализацию помещения и управлять рабочим процессом на расстоянии.

Модель очков оснащена стереоскопическими дисплеями Full HD с возможностью вывода на них до пяти виртуальных дисплеев с различной информацией, камерой с объективом «рыбий глаз», 8-мегапиксельной камерой для записи Full HD видео, двумя динамиками и микрофоном. Кроме того, AR-очки Lenovo оборудованы несколькими встроенными датчиками, распознающими движения и считывающими штрихкоды.



Рис. 21. AR-очки Lenovo ThinkReality A3

Наконец, специализированные очки с дополненной реальностью могут прочно войти в медицинскую сферу. Некоторые модели уже сейчас используются госпиталем Imperial College Healthcare в Лондоне. В частности, гарнитура Microsoft HoloLens компании Microsoft (www.microsoft.com) активно применяется для работы с пациентами, больными COVID-19. Программное обеспечение Microsoft Teams позволяет передавать видео в режиме реального времени на экран компьютера в соседнем помещении, что позволяет медперсоналу видеть все, что видит лечащий врач, оставаясь при этом на безопасном расстоянии. В результате, меньшее количество врачей оказывается в зоне повышенного риска во время лечения пациентов с подобным заболеванием.



Рис. 22. Гарнитура Microsoft HoloLens

AR-очки xvision Spine (XVS) компании Augmedics (www.augmedics.com), или, как их еще называют, система хирургической навигации, также уже применяются на практике. Эти очки на базе технологии дополненной реальности разработаны специально в помощь хирургам при проведении операций на позвоночнике. Хирурги из Университета Джона Хопкинса, одного из крупнейших исследовательских институтов США, недавно использовали очки XVS

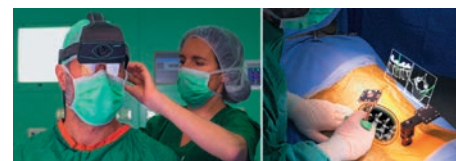


Рис. 23. AR-очки xvision Spine (XVS), используемые при проведении операций на позвоночнике

для установки шести винтов в позвоночник пациента для соединения трех позвонков. Система XVS позволяет получить трехмерную визуализацию позвоночника через кожу и ткани для большей точности во время операции. При этом врачу не нужно отвлекаться на отдельно расположенный экран, его глаза все время сосредоточены на оперируемой области.

Несомненно, подобные изобретения — новое слово в медицине. Возможно, со временем они станут применяться во всех медицинских

учреждениях, повысив качество обслуживания здравоохранения.

Отдельно хотелось бы рассказать о еще одном интереснейшем изобретении, о котором рассказывалось на CES, для диагностирования многих серьезных заболеваний и их лечения. Речь идет о разработке Корнельского университета, США. Ученые данного учебного заведения утверждают, что в скором времени для исследования состояния человека достаточно будет ввести в его организм армию микроскопических роботов. Один такой робот обладает четырьмя ножками, имеет толщину около пяти микрон (0,005 мм) и ширину 40 микрон (0,04 мм) и состоит из полупроводниковых компонентов, что позволяет управлять ими под воздействием стандартных электронных сигналов. Вводятся такие роботы через шприц, и они способны выжить в условиях повышенной кислотности и высокой температуры.

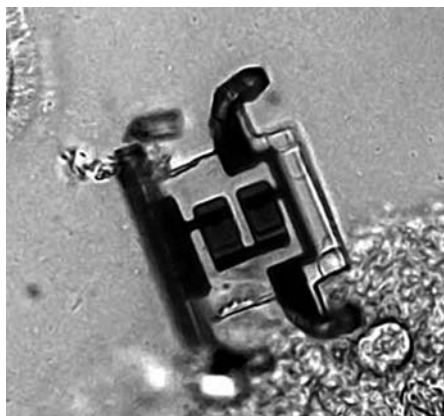


Рис. 24. Разработка Корнельского университета — медицинский микроробот

В настоящий момент, функционал данных роботов достаточно ограничен, но ученые университета видят в них огромный потенциал. По мнению специалистов, в будущем хирург при выполнении сложной операции на особо чувствительных тканях, вместо того, чтобы использовать скальпель, сможет ввести миллионы микроскопических роботов. Такие роботы смогут останавливать внутренние кровотечения, сшивая кровеносные сосуды. Также они будут способны ощущать химические вещества, выделяемые опухолью, обнаруживать ее и останавливать ее рост, образуя полимерную оболочку.

Все это кажется просто фантастикой и вызывает сомнения. Но технологии, как известно, не стоят на месте. Уже сейчас многие полостные операции, выполняемые несколько лет назад радикальным способом, с помощью скальпеля, делаются путем использования эндоскопов с минимальной кровопотерей. Поэтому кто знает, какой будет она — медицина будущего.

К слову о роботах. Их было традиционно много, разного дизайна и назначения — от усовершенствованных



Рис. 25. Робот-помощник Bot Handy от Samsung

моделей роботов-пылесосов, до роботов-помощников по дому.

Одним из таких помощников стал робот компании Samsung (www.samsung.com) Bot Handy. Робот имеет одну длинную руку, которой может брать самые разные вещи. Интеллект робота позволяет распознавать предметы, их форму и вес и определять силу «пальцев» для их захвата. Таким образом, он не только может собрать и сложить разбросанные детьми вещи, но и налить вам вина в бокал, не уронив и не повредив его. Робота можно запрограммировать на определенное время, чтобы он собрал посуду, сложил в посудомоечную машину и запустил ее. Также он может помочь накрыть на стол, его можно попросить отнести блюда без риска повреждения посуды и тонких стаканов.

Большой интерес вызвал робот производства компании BIONIC HIVE (www.bionichive.com) под названием Squid Warehouse. Робот является полностью автономным и предназначается для работы в складских помещениях.



Рис. 26. Робот-работник склада Squid Warehouse

Робот Squid обладает возможностью трехмерного перемещения и встроенной системой управления, способен взбираться по стеллажам, двигаясь от полки к полке, перемещать предметы и коробки, переставлять их и спускать/поднимать нужные быстро и безопасно.

Пока роботы Squid занимаются товаром на складе, между стеллажами можно запустить еще одного робота от компании Ava Robotics (www.avarobotics.com). Данная модель предназначена для дезинфекции поверхностей и воздуха ультрафиолетом и способна обрабатывать площадь до 830 м² всего за 1 час. Именно поэтому она идеально подходит для крупных складских помещений.

Пока робот управляется удаленно, но в скором времени, по прогнозам разработчиков, станет полностью автономным. Робот Ava оборудован дисплеем, на который выводится изображение удаленного оператора. Так как обработка ультрафиолетом небезопасна для людей, оператор может оповестить людей через встроенные динамики о предстоящей дезинфекции и попросить покинуть помещение.



Рис. 27. Робот-дезинфектор Ava

Появление робота-дезинфектора в широкой доступности ожидается во втором квартале 2021 года.

Мы часто рассказывали о всевозможных устройствах, чтобы сделать ваш дом «умным», в частности, об умных замках, дверных звонках, дымоуловителях, системах наблюдения за детьми и домашними животными. С множеством подобных устройств можно было ознакомиться и в этот раз на CES. Но, несколько устройств, все же хотелось бы выделить.

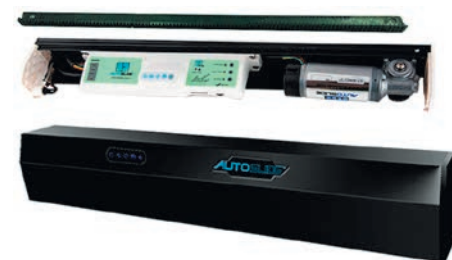


Рис. 28. Система компании Autoslide для автоматического открывания межкомнатных дверей

Например, разработку компании Autoslide (www.autoslide.com). Самооткрывающиеся двери супермаркетов — уже всем привычное явление. Датчики, установленные на дверях, срабатывают при приближении человека. Но, про подобную систему именно для дома, довелось услышать впервые. Система компании предназначена не только

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ превосходный выбор

АКТАКОМ
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



АТК-2250

Большой охват магнитопровода

- Измерение постоянного тока до 2500 А
- Измерение переменного тока до 2100 А
- Встроенный мультиметр
- Аналоговый выход



АСМ-2368

Универсальность и многофункциональность

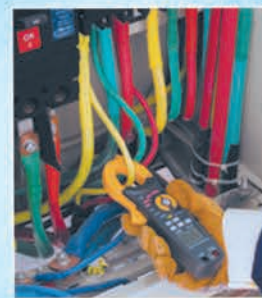
- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/ переменного напряжения: 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Компактный размер



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, емкости, 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-940X

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

АНТИСТАТИЧЕСКИЕ КРЕСЛА

АРМ-350X

- 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-941X

- 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



для раздвижных дверей, но и для самых обыкновенных и привычных комнатных. Дверь, оборудованная устройством Autoswing, так же будет открываться при приближении владельца. К слову, не стоит бояться, что дверь медленно и зловеще откроется ночью от приближения к ней вашего домашнего питомца. Система распознает животных и не реагирует на них. Такое изобретение станет полезным в доме, где живет инвалид-колясочник, чтобы ему было удобно перемещаться по квартире, либо пожилые люди, пользующиеся ходунками.

Кстати, о пожилых людях. Существуют ситуации, когда пожилому человеку приходится оставаться дома одному. Внезапное головокружение, высокое давление или просто плохое самочувствие может привести к потере равновесия и падению. На этот случай компания Nobi (www.nobi.life) разработала умный потолочный светильник, работающий в совокупности с несколькими датчиками, которые можно установить в разных частях квартиры. Светильник оборудован системой искусственного интеллекта и голосовым помощником. Если человек оступился, система, с помощью датчика движения, заметит это и спросит: «Вы упали?». Если не последует ответ «Нет», система сразу отправит нужному контактному лицу, записанному в память, сообщение с изображением комнаты, где человек упал. Если контактное лицо, по какой-либо причине, будет недоступно, система вызовет скорую помощь и даст сигнал датчикам на входной двери к ее разблокировке.



Рис. 29. «Умная» лампа Nobi

Помимо таких сложных задач, светильник обладает приятным стильным дизайном и выполняет свое прямое предназначение — освещает комнату, но делает он это тоже по-умному. К примеру, если пожилой человек проснулся среди ночи и привстал, светильник включает мягкий не раздражающий глаза свет, чтобы помочь человеку сориентироваться в пространстве. А дальше устройство будет действовать по ситуации — погаснет, если человек ляжет обратно спать, либо станет ярче, если последний решит встать с кровати.

И еще одно преимущество «умного» светильника — встроенный датчик дыма.

Вообще технологиям умного дома организаторы CES решили уделить отдельное интересное и актуальное мероприятие, которое прошло в завершающий день работы выставки — ежегодный саммит CONNECTIONS™.

Исследовательская компания Parks Associates (www.parksassociates.com) выявила, что с начала 2020 года отмечается значительный рост процента использования смарт-устройств и различных технологий умного дома. Примерно на 33% увеличилось количество обладателей подобных технологий, и причиной этому стал COVID-19. В связи с самоизоляцией и невозможностью посещать, например, своих близких и работу, у людей возникла потребность в приобретении «умных» электронных помощников.

На рис. 30 представлен рейтинг наиболее часто используемых смарт-устройств в условиях пандемии, составленный Parks Associates.

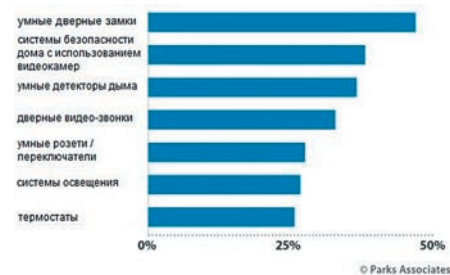


Рис. 30. Рейтинг наиболее часто используемых смарт-устройств в условиях пандемии

В свою очередь, рост потребности в смарт-технологиях негативно сказался на качестве их работы. Так, например, та же исследовательская компания установила, что около 16% пользователей столкнулись с перебоями в работе своих устройств умного дома. Свою лепту внесла и вынужденная удаленная работа, что в совокупности привело к перегрузке домашней сети.

15-й по счету саммит CONNECTIONS™ состоял из нескольких сессий, посвященных: технологиям и сервисам умного дома; умным медицинским устройствам; программам защиты персональных данных; системам безопасности дома; системам поддержки домашней интернет-сети.

Аналитики Parks Associates и лидеры компаний, занятых в данной отрасли, обсудили влияние текущих тенденций на работу, учебу и развлечения. Кроме того, участники саммита также подробно остановились на вопросе улучшения функциональности и качества смарт-устройств в условиях вынужденного подключения сразу нескольких систем в рамках одной сети.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что, несмотря на все препятствия, выставка все же состоялась и смогла вызвать самые приятные эмоции. Организаторы CES отметили, что цифровой

формат смог привлечь даже больше виртуальных посетителей, чем ожидалось. Пока планируется, что CES 2022 пройдет в привычном режиме в Лас-Вегасе, предварительные даты намечены на 5-8 января. Но, как отметил Гэри Шапиро, отказываться от виртуальных площадок организаторы не станут. «Да, в этом году выставка CES выглядела совершенно по-иному, но ее ценности и основа — инновации, сотрудничество и развитие — остались неизменными. Цифровая трансформация не останется исключением лишь только для 2021 года, даже если мы вернемся в Лас-Вегас в следующем году. Такой формат эффективно работает, и мы сможем приветствовать даже еще больше гостей со всего мира».

Да, безусловно, это новый шаг в освоении виртуального пространства, но, стоит обратить внимание, что цифровой формат проведения подобных мероприятий, а особенно выставок потребительских товаров, лишает посетителей возможности лично оценить и попробовать новые достижения в работе, а главное — поговорить. Роскошь человеческого общения, вот что стало главным дефицитом нашего ковидного мира. Согласитесь, что одно дело, когда новый прибор только показывают и рассказывают про его преимущества, и совсем другое дело, когда его можно самостоятельно рассмотреть, покрутить ручки и т.п. В 80% процентах случаев решение о покупке принимается после знакомства посетителя выставки с представителями компании и с реальным образцом демонстрируемой новинки.

Остается только надеяться, что цифровые выставки не заменят окончательно реальные мероприятия, деловые встречи и живое общение людей. ☑

For the first time owned and produced by CTA, CES 2021 was an all-digital experience connecting exhibitors, customers, thought leaders and media from around the world. CES 2021 was held on January 11-14 and allowed participants to hear from technology innovators, see cutting-edge technologies and the latest product launches, and engage with global brands and startups from around the world.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ: ПРИЛОЖЕНИЯ

КАЛИБРОВКА — ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

MATHEMATICAL THEORY OF MEASUREMENT PROBLEMS: APPLICATIONS

CALIBRATION — GRAPHICAL SOLUTION

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

ВВЕДЕНИЕ

Перед прикладной метрологией встала «старая», но новая с точки зрения ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» проблема — учет риска статистических предположений, ложноположительных и ложноотрицательных решений при контрольных испытаниях. Ситуацию усугубил ГОСТ Р 58771–2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» ограничениями типа «почти полный запрет» на применение «Руководства по выражению неопределенности измерения», которое ранее для этих целей не применялось, а теперь и подавно...

И одновременно с этим из тени вышла старая проблема — калибровка средств измерений по методикам поверки. Эту проблему ГОСТ Р 8.879–2014 «ГСИ. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению» не столько не решил, сколько запутал терминами «оценка пригодности» и «целевая неопределенность измерений», что только способствовало более широкой компиляции методик поверки в качестве методик калибровки.

К сожалению, обе проблемы имеют не только общие корни, но и общее решение, которое, как легко можно заметить, и способствует восприятию методик поверки как методик калибровки средств измерений.

Ныне действующие Методические указания МИ 187–86 «МУ ГСИ. Средства измерений. Критерии достоверности и параметры методик поверки», МИ 188–86 «МУ ГСИ. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки» и МИ 1317–2004 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров» являются уже второй редакцией одноименных документов ГСИ 1970-х годов.

Более полное представление о проблеме достоверности дают ГОСТ 19919–74 «Контроль автоматизированный технического состояния изделий авиационной техники. Термины и определения», ГОСТ 8.061–80 «ГСИ. Поверочные схемы. Содержа-

ние и построение», ГОСТ 16504–81 «Система государственных испытательных продукции. Испытания и контроль качества. Основные термины и определения (Дата актуализации: 01.01.2019)», ГОСТ 8.009–84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений», МИ 641–84 «ГСИ. Расчет значений критериев качества поверки средств измерений методами программного моделирования», РД 50–453–84 «МУ. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета», ГОСТ 27883–88 «Средства измерения и управления технологическими процессами. Общие требования и методы испытаний», ГОСТ Р 8.731–2010 «ГСИ. Системы допускового контроля. Основные положения», ГОСТ Р 8.820–2013 «ГСИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения» и др.

Этим документам не хватало системного объединительного элемента, чтобы проблему достоверности воспринять как единое целое.

Таким элементом могла бы быть тематическая формулировка проблемы при помощи терминов, смысл которых не был бы искажен отклонениями от норм русского языка.

В этом отношении наглядным примером является вводная лекция по специальности на кафедре метрологии и метрологического обеспечения института. Она начинается, как правило, с вопросов к слушателям, какие проблемы привели их на кафедру? как они воспринимают терминологию?

Если ответы на первый вопрос весьма разнообразны, от получения «бумажки» до серьезных практических проблем, то ответы на второй вопрос разнообразием не отличаются.

Третий вопрос, как правило, ставит слушателей в тупик: как словарь русского языка определяет слово «измерить»?

Что в этом определении является *средством измерений*, трудностей не вызывает — «*какая-нибудь мера*». Каково же удивление слушателей, когда они узнают, **что** в этом определении объект измерений, а **что** — математическая модель результата измерения.

А ведь без понимания физического смысла терминов метрологическая практика становится бессмысленной.

ДОСТОВЕРНОСТЬ И РИСК

20 лет тому назад теория поверки «читалась по МИ 187–86 и МИ 188–86», но слушатели «взмолились»... Пришлось вернуться к теории контроля.

Тогда и появился новый документ — МИ 2916–2005 «ГСИ. Идентификация распределений вероятностей при решении измерительных задач», в котором наиболее сложная часть проблемы достоверности поверки была решена графически, на основе школьного курса геометрии [1]. Методика оказалась универсальной.

Сложнее дело обстоит с калибровкой средств измерений. В этот вопрос путаницу вносили «все понемногу».

Времена «градуировки» прошли, а после застоя 1990-х годов и огульной критики понятия *погрешность* в «Руководстве по выражению неопределенности измерения» [2] у многих возникли сомнения в фундаментальности метрологии как науки.

Тем не менее, первый тревожный знак ненароком подало Руководство [2]:

- почти правильной формулировкой проблемы неадекватности «уравнения измерений»,
- почти доведением ее до метрологической аттестации,
- почти «образцовым» (с точки зрения аккредитации) примером калибровки термометра при главном предположении о пренебрежимо малой этой самой «врожденной неопределенности» описания «измеряемой» величины при отсутствии соответствующего ее математического определения.

Не удалось это и Международному словарю VIM-3 2007 года [3] термином «*дефинициальная неопределенность*».

А в 2009 году международная организация по стандартизации (ИСО), причастная к введению *концепции неопределенности* в метрологию, стандартом ISO/IEC 31010:2009 указала на неприменимость этой концепции в расчетах рисков! Идентичный ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» просто продублировал это ука-

вание, тогда как ГОСТ Р 8.731–2010 и ГОСТ Р 8.820–2013 стали призывом решить проблему любым способом, хоть «по неопределенности», хоть «по погрешности» или хоть «по прецизионности».

Так проблема неадекватности описания косвенно «измеряемых» (т.е. рассчитываемых по данным «прямых» измерений) величин стала центральной проблемой применимости концепции неопределенности.

Но с появлением ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 вдруг оказалось, что «ИСО проговорила», и поспешно появился ГОСТ Р 58771–2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» с «ограничениями», которые оказались шире запрета.

В 2016 году в докладе [4] «о рассмотрении калибровки в качестве альтернативы поверке средств измерений» было отмечено, что «практически все калибровки средств измерений, по-прежнему, выполнялись по действующим методикам поверки». Авторы доклада понимали, что настоящее «внедрение калибровки потребует значительного переходного периода для наработки методического аппарата и обучения специалистов».

Ранее другим образом беспокойство о проблемах калибровки выразил Международный словарь VIM-3 2007 года в Примечании 3 к определению термина. С учетом статуса этого словаря можно утверждать, что представление калибровки только таблицей совместных показаний средства измерений и эталона, что фактически и отмечено в докладе [4], является метрологической проблемой международного уровня.

О НАСТОЯЩЕЙ КАЛИБРОВКЕ

На вводной лекции по метрологии слушателям задается и четвертый вопрос, чем калибровка отличается от поверки, что является результатом калибровки.

Про упомянутую VIM-3 таблицу совместных показаний, как правило, вспоминают все. Но для большинства слушателей правильный ответ оказывается неожиданным.

Дело в том, что сама по себе калибровка метрологические характеристики средства измерений не изменяет.

Результатом калибровки средства измерений является формула, подставляя в которую показание средства измерений можно получить исправленное значение измеряемой в заданных условиях величины или поправки и доверительные границы погрешности.

Эта формула называется диаграммой калибровки.

Спрашивается, можно ли результат калибровки получить при помощи таблицы.

Можно!

Но только эта таблица должна со-

держат все возможные показания средства измерений для всех возможных комбинаций значений влияющих величин с указанием доверительных границ погрешности или границ интервала, содержащего с вероятностью не ниже заданной возможные значения измеряемой величины.

Если суммировать все, что сегодня известно о калибровке, то получится такая картина.

Во-первых, измерительная задача калибровки требует аккуратной постановки [5].

Во-вторых, решение задачи калибровки предполагает два этапа. На первом — устанавливаются соотношения между показаниями эталона и средства измерений, а на втором — соотношение, позволяющее получить исправленный результат.

В-третьих, получение указанных соотношений требует решения задачи их структурно-параметрической идентификации, включая идентификацию распределения погрешностей.

Последнее обстоятельство составляет наиболее сложный элемент калибровки и в общем случае требует специальных программных средств [6].

При очном обучении этот вопрос решается достаточно просто, т.к. кафедра метрологии и метрологического обеспечения является разработчиком этих программ. Поэтому слушатели, прошедшие обучение, могут просто воспользоваться этими программами под руководством преподавателя.

Для полноты картины вспоминается курьезный случай на одной из Всероссийских конференций в День метролога, когда один из докладчиков решил удивить участников конференции количеством разработанных «методик калибровки». Но когда принцип их построения стал ясен, раздался почти нескрываемый смех сидевших за спиной автора руководителей одного из метрологических институтов.

А потом была пандемия...

Тогда оказалось, программирование обучения, заложенное в построение курса лекций и задачник, в «удаленном» режиме при консультациях по телефону и электронной почте эффективнее «дистанционного обучения» в режиме видеоконференции. Ведь у обучающихся были материалы лекций, а практическую часть они могли выполнить у себя в лаборатории, ориентируясь на задачник.

Таблица 1

ПРОТОКОЛ КАЛИБРОВКИ

n	$t_n, ^\circ\text{C}$	$b_n, ^\circ\text{C}$	n	$t_n, ^\circ\text{C}$	$b_n, ^\circ\text{C}$
1	21,521	-0,171	7	24,513	-0,156
2	22,012	-0,169	8	25,002	-0,157
3	22,512	-0,166	9	25,503	-0,159
4	23,003	-0,159	10	26,010	-0,161
5	23,507	-0,164	11	26,511	-0,160
6	23,999	-0,165	-	-	-

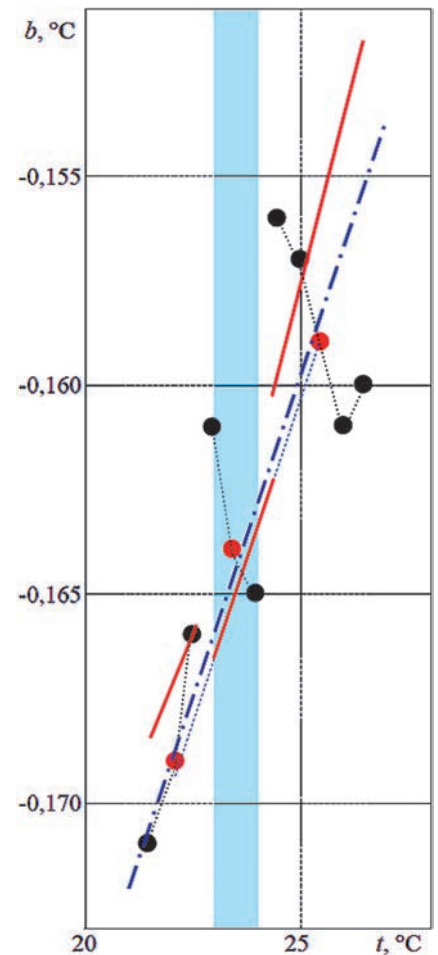


Рис. 1. Схема калибровки

КАЛИБРОВКА — 4-Е РЕШЕНИЕ

«Руководство по оформлению областей аккредитации калибровочных лабораторий с учетом неопределенности», утвержденное Росаккредитацией 19 апреля 2017 года, фактически предписывает решать задачу калибровки так, как в примере из Приложения Н.3 [2].

Сомнительность этого примера заключена в неясной логике статистического вывода и в несоответствии результата требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений температуры по доверительной вероятности.

Это вызывает необходимость разработки более простого графического метода, образцом для которого может служить справочник по упрощенным методам оценивания и проверки [7] и схема «складного ножа» предложенная этим же автором. В Р 50.2.004–2000 «ГСИ. Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения» эта схема была доведена до схемы перекрестного наблюдения погрешности неадекватности.

Представим данные упомянутого примера (табл. 1) как зависимость поправок ($b_n, ^\circ\text{C}$) от показаний термометра ($t_n, ^\circ\text{C}$), где $n=1, \bar{N}$, $N = 11$ (рис. 1).

Далее задача калибровки для про-

стейшей модели калибровочной функции как функции поправок $b_{11}(t) = \theta_0 + \theta_1 t$ решается в два этапа так:

1) данные делят примерно пополам, вычисляют невязки средних $\Omega_m = 3,5(3) \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ и медиан $\Omega_u = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$, выбирая из них наибольшую в качестве оценки Ω_{p10} для альтернативной гипотезы $b_{10}(t) = \theta_0$;

2) данные делят на три примерно равных блока;

3) в каждом блоке находят по медианной (красной) точке $\{(t_2, b_2), (t_5, b_5), (t_9, b_9)\}$;

4) калибровочную (синюю штрихпунктирную) линию $b(t)$ проводят параллельно линии, соединяющей точки (t_2, b_2) и (t_9, b_9) так, чтобы сумма ее отклонений от медианных точек была равна нулю;

5) через каждую пару медианных точек в блоках, чьи медианные точки не были использованы (выделены красным), проводят прямые линии (экстраполяции), образующие экстраполяционный функционал калибровочной функции;

6) вычисляют среднее абсолютное отклонение (CAO)

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |b_n - b(t_n)| = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |d_n|$$

поправок от штрихпунктирной (калибровочной) линии, средней модуль погрешности неадекватности (СМПН) \bar{E} , CAO $|\xi_n|$ поправок b_n от экстраполяционного функционала, и параметр $\Omega_p = \text{СМПН} - \text{CAO}$ [8].

Итак, на первом этапе могут быть получены исходные данные (табл. 2) для второго этапа калибровки графическим методом согласно МИ 2916–2005.

Эти данные образуют статистические распределения отклонений поправок от калибровочной функции и случайной составляющей погрешности неадекватности ξ_n . Так как $\Omega_{p11} < \Omega_{p10}$, то функция $b_{11}(t)$ принимается в качестве более правдоподобной гипотезы.

На 2-м этапе [1] согласно МИ 2916–2005 для гипотезы о равномерном распределении согласно п.1.4.2 МИ 1317–2004 графическим методом строится свертка (Приложение Д) составляющих погрешности калибровочной функции (рис. 2).

Таким образом, диаграмма калибровки для функции поправок термо-

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ПОПРАВОК						
n	$d_n, \text{ }^\circ\text{C}$	r	$\xi_n, \text{ }^\circ\text{C}$	ω_r	$F_r(\xi_r)$	$F_r+(\xi_r)$
1	-0,0002	1	-0,0078	1	0	1/11
2	-0,0002	2	-0,0070	1	1/11	2/11
3	0,0015	3	-0,0030	1	2/11	3/11
4	0,0048	4	-0,0025	1	3/11	4/11
5	0,0005	5	-0,0020	1	4/11	5/11
6	-0,0024	6	-0,0016	1	5/11	6/11
7	0,0054	7	0,0000	1	6/11	7/11
8	0,0028	8	0,0007	1	7/11	8/11
9	-0,0005	9	0,0010	1	8/11	9/11
10	-0,0046	10	0,0040	1	9/11	10/11
11	-0,0050	11	0,0055	1	10/11	1
$\bar{d}=2,536 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$		$\bar{E}=3,51 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$		$\Omega_p=4,868(18) \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}$		

метра при доверительной вероятности 0,95 по данным примера [2] имеет вид

$$-0,1711 + 3,8953 \cdot 10^{-4} \cdot t \begin{matrix} +0,0012 \text{ }^\circ\text{C} \\ -0,0145 \text{ }^\circ\text{C} \end{matrix}$$

причем отклонения расчетных значений поправок от протокольных значений находятся в пределах $[-0,0050; +0,0054] \text{ }^\circ\text{C}$.

В примере из Приложения Н.3 [2] отклонения находятся в пределах $[-0,0031; +0,0054] \text{ }^\circ\text{C}$, но при этом «дефинициальная неопределенность» не учтена.

Вторая часть графического метода (рис. 2), в отличие от МИ 188–86, в квалификационных работах по расчету характеристик погрешности и достоверности усваивается слушателями гораздо успешнее благодаря своей наглядности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный графический метод решения задачи калибровки рассчитан на «наихудший случай». Поэтому при положительном результате по доверительной вероятности полученная диаграмма калибровки может быть указана в подтверждающем в документе.

В противном случае могут быть использованы программы типа «ММИ-поверка» для более точной идентификации распределений вероятностей, выбран расширенный план измерений и др.

Тем не менее, графический метод калибровки следует рассматривать как промежуточный этап для перехода к введению автоматизированных рабочих мест, оснащенных средствами вычислительной техники со специализированным программным обеспечением, для поверки и калибровки средств измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левин С.Ф. О доверительных границах погрешности // Законодательная и прикладная метрология. 2007. № 5. С. 58–64.
2. Руководство по выражению неопределенности измерения. Пер. с англ. Науч. ред. проф. Слаев В.А. СПб.: ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 1999.
3. Международный словарь по метрологии. СПб: Профессионал, 2010.
4. Гаврилов Б.М. и др. Развитие деятельности по калибровке средств измерений. Доклад рабочей группы Межотраслевого совета по прикладной метрологии и приборостроению Российского союза промышленников и предпринимателей. Ред. А.С. Кривов. М.: РСПП, 2016.
5. Левин С.Ф. Калибровка средства измерений — Три решения одной измерительной задачи // Контрольно-измерительные приборы и системы. 2018. № 1. С. 35–38.
6. Левин С.Ф. Математическая теория измерительных задач: Приложения. Калибровка или поверка? «Проблема» пересчета погрешности в неопределенность // Контрольно-измерительные приборы и системы. 2017. № 6. С. 21–27.
7. Кенуй М.Г. Быстрые статистические вычисления. Упрощенные методы оценивания и проверки. Справочник. Пер. с англ. и предисловие Д.А. Астринского. М.: Статистика, 1979.
8. Левин С.Ф. Математическая теория измерительных задач: Приложения. Основная измерительная задача испытаний средств измерений в целях утверждения типа // Контрольно-измерительные приборы и системы. 2018. № 5. С. 32–38. 

Calibration result of any measuring instrument is a formula where you may substitute the readings of the measuring device in order to obtain the corrected value of the quantity measured under the prespecified conditions as well as the confidence error limits. There are different solutions for this kind of process. Professor S. Levin will describe one of them which is called graphical solution. Find more details in the present article.

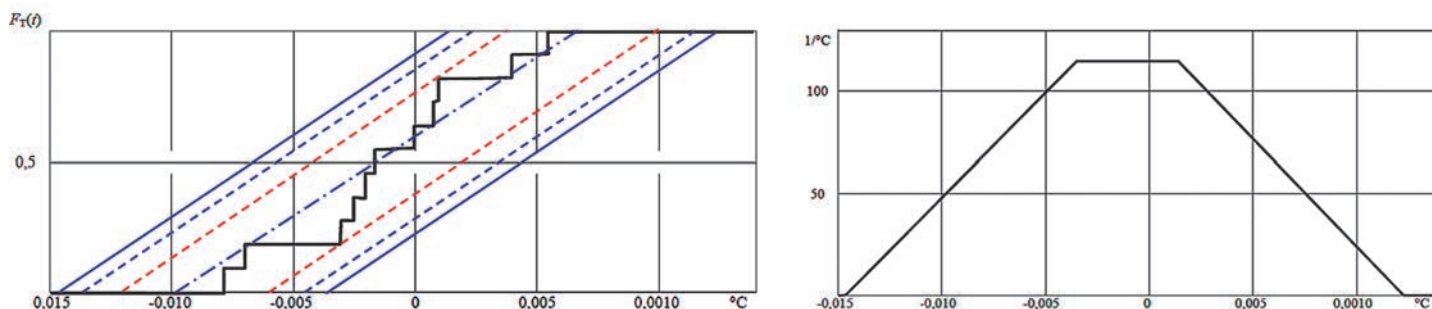


Рис. 2. Статистическая функция распределения данных калибровки и вероятностная оценка диаграммы калибровки графическим методом (МИ 1317–2004 и МИ 2916–2005)

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



Генераторы сигналов

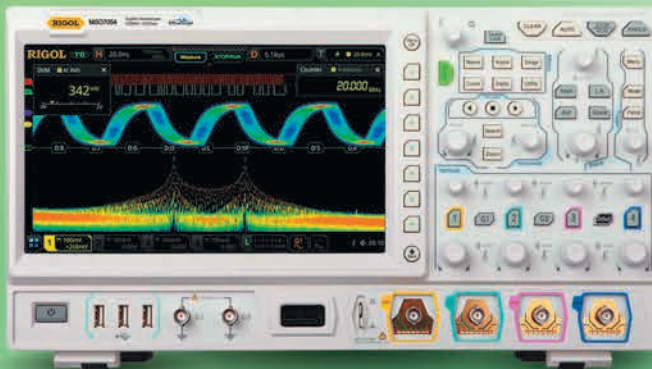


Источники питания



Анализаторы спектра

Новые комбинированные цифровые осциллографы



Система коммутации и сбора данных

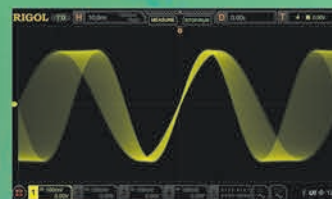


Цифровые мультиметры



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

