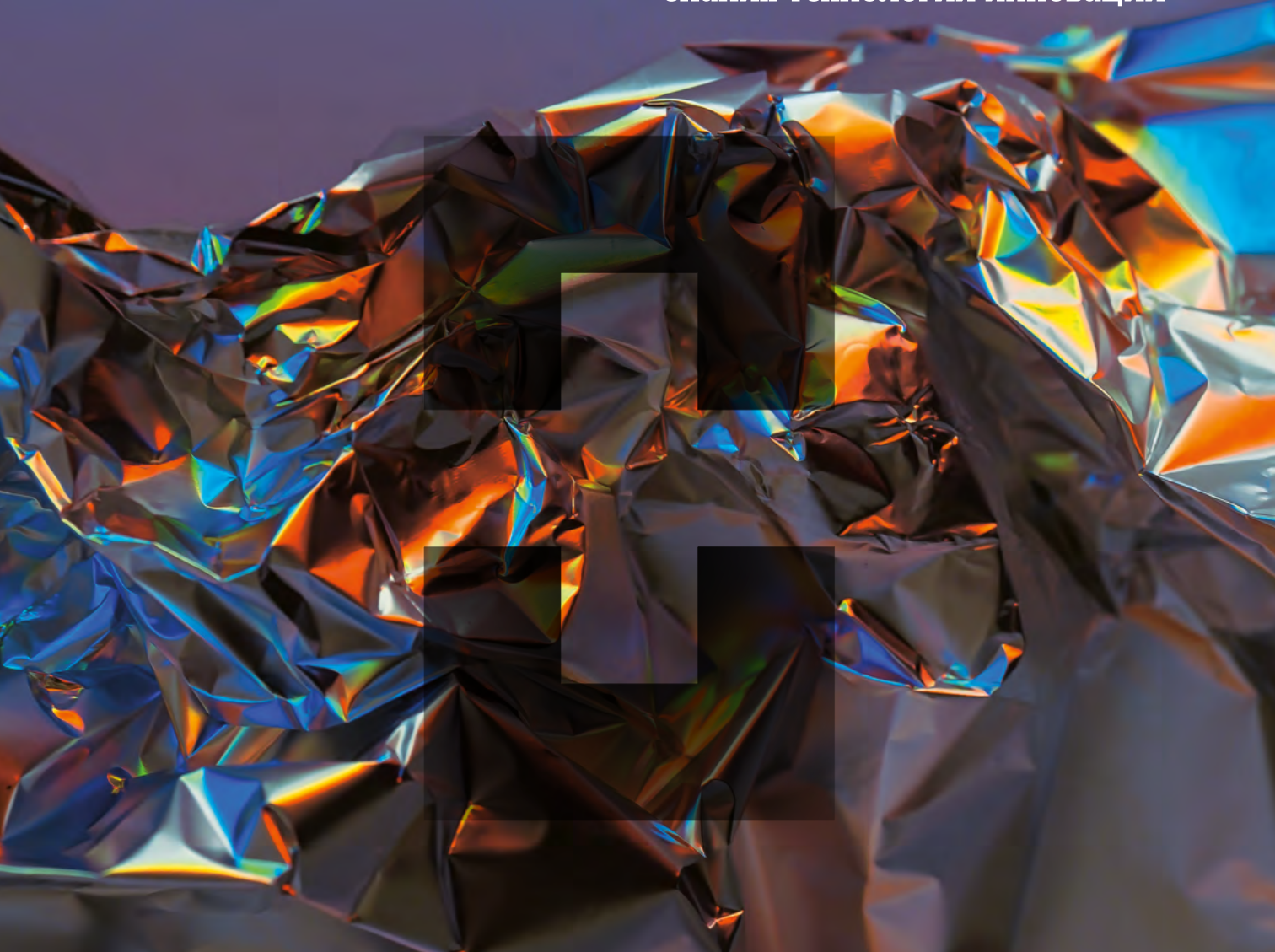


ДЕКАБРЬ | 2019 | № 4 (24)

# ЭКСПЕРТ+

знания технологии инновации



## Фокус на отечественном

Рентгеновское оборудование от компании «Диполь»

## Свежая кровь

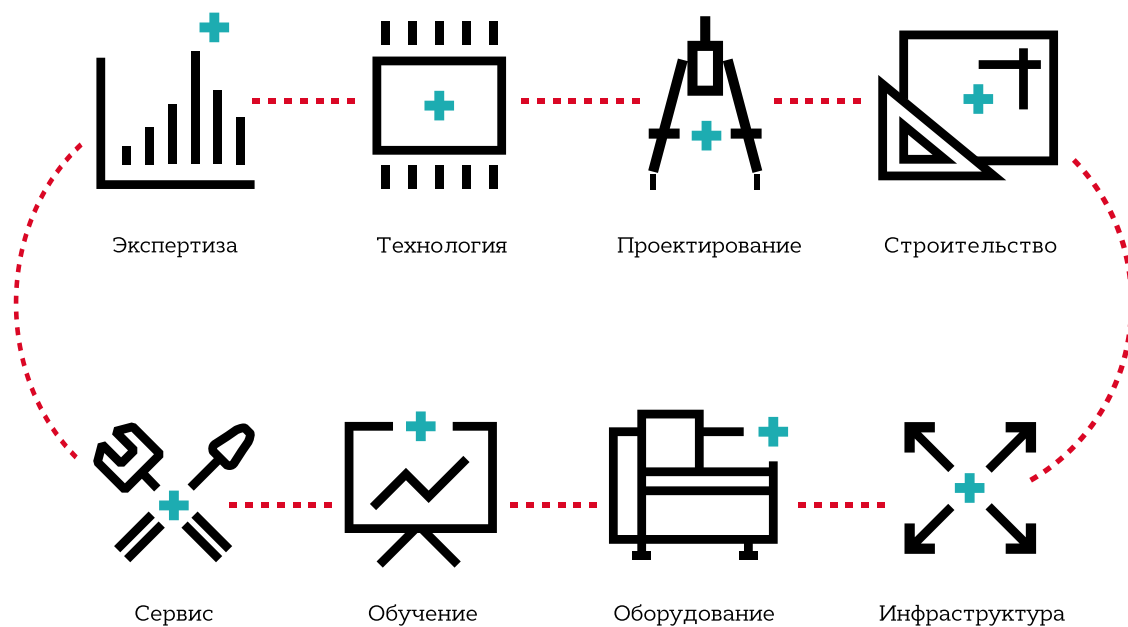
Обновление парка измерительного оборудования на примере бактериографов

## Говорит и показывает ультразвук

Метод акустической микроскопии

# **+ Отраслевой интегратор**

**Решение ключевых задач при создании  
предприятия по производству  
радиоэлектронной аппаратуры**



# От редакции



Анатолий Семенов,  
директор по инновационному развитию,  
компания «Диполь»



## Мы уверены, что сможем завоевать доверие заказчиков, выпуская отечественные приборы, удовлетворяющие потребности радиоэлектронного кластера



Подводя итоги прошедшего года, мы испытываем особенную радость и волнение, так как год наступающий компания «Диполь» встречает с важным достижением нашего НИОКР-направления.

Десятилетия работы на рынке радиоэлектронной промышленности воплотились в богатый опыт и готовность реализовать накопленные знания в производстве собственных продуктов, востребованных рынком и успешно конкурирующих с мировыми аналогами.

В течение последних лет мы трудились над решением этой задачи, и в новый год компания «Диполь» входит в новом статусе — не только как поставщик решений по оснащению предприятий, но и как создатель собственной линейки высокотехнологичного оборудования.

Производство высокотехнологичной продукции — чрезвычайно ответственный шаг, но тем он и интересней. Мы уверены в перспективности этого проекта и в том, что сможем завоевать доверие за-

казчиков, выпуская отечественные приборы, удовлетворяющие потребности радиоэлектронного кластера.

Подробнее о новых решениях мы расскажем в следующих номерах нашего журнала, а в этом выпуске читайте еще об одной собственной разработке «Диполь» — микрофокусной системе рентгеновского контроля.

В завершение хочу поблагодарить коллег и наших деловых партнеров за проделанную работу. Желаю удачи и новых свершений в наступающем году!

# Содержание



**8.**

**Событие**

Testing&Control

**4.**

**Новость**

Фокус-на  
отечественном

**18.**

**Обучение**

IPC Стандарты

**22.**

**Оборудование**

Свежая кровь  
Руководство по замене  
характериографов



**14.**

**Измерения**

Ты просто космос

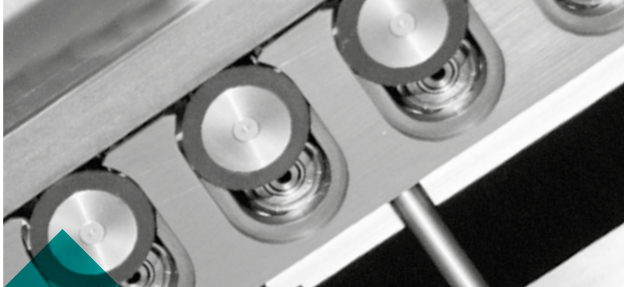


**38.**

**Событие**

Современная пайка





Научно-технический журнал «Эксперт+» является корпоративным информационным изданием компании «Диполь». Журнал посвящен инновационным решениям для разработки, производства и испытаний электронной техники.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 — 58957 от 05 августа 2014 года.

Учредитель ЗАО «Диполь Технологии». Периодичность выхода — 4 раза в год. Тираж 2500 экз.

Распространяется бесплатно.

Подписка на журнал осуществляется запросом в произвольной форме на электронный адрес: [expert@dipaul.ru](mailto:expert@dipaul.ru)

Редакционный совет:  
Алексей СМЫШЛЯЕВ  
Василий ОРЕХОВ  
Главный редактор:  
Алексей СМЫШЛЯЕВ  
Дизайн и верстка:  
Борис ГУБАРЕВ

Компания «Диполь»  
Санкт-Петербург  
(812) 702 12 66  
Москва  
(495) 645 20 02  
Нижний Новгород  
(831) 464 97 27  
Екатеринбург  
(343) 227 12 66  
Прага  
+420 2 5573 9633

[expert@dipaul.ru](mailto:expert@dipaul.ru)  
[www.dipaul.ru](http://www.dipaul.ru)



## 46.

### Оборудование

Говорит и показывает  
ультразвук

## 54.

### Оборудование

Подходя, подключайте

## 60.

### Заказчик

Развитие – по полному циклу



## 76.

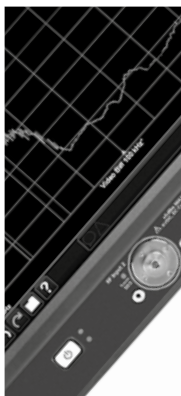
### Событие

Технологии, приближающие будущее

## 90.

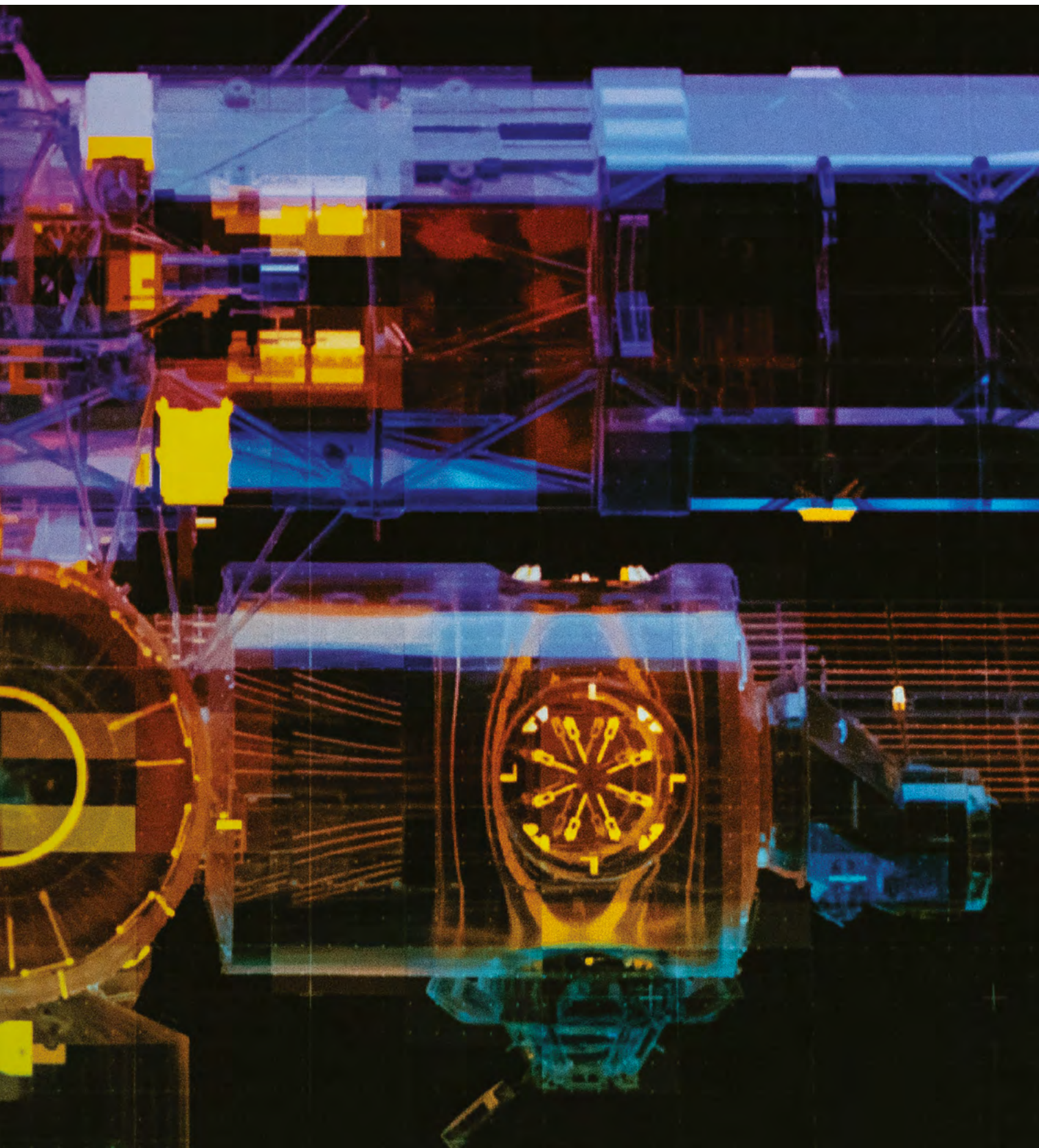
### Событие

Productronica набирает  
обороты



# ФОКУС — НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ

КОМПАНИЯ «ДИПОЛЬ» РАЗРАБОТАЛА  
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКОГО  
КОНТРОЛЯ





Ксения Бунатян, ведущий специалист  
направления НИОКР  
BunatyanaKP@dipaul.ru

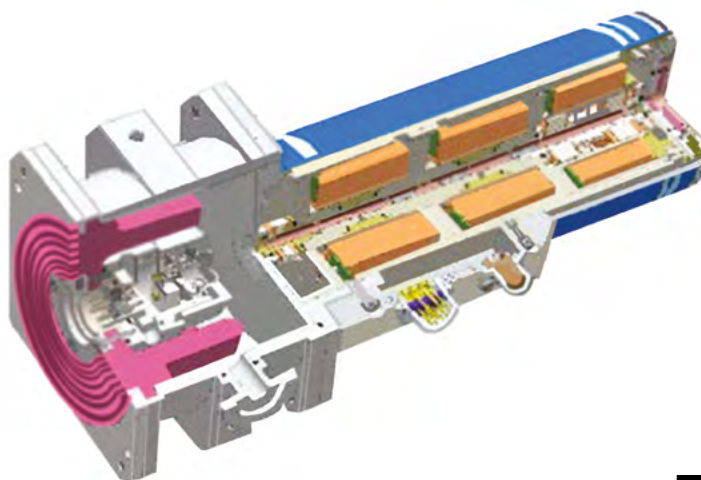
Уже много лет микрофокусные системы рентгеновского контроля (МСРК) применяются крупными производителями электроники для проверки качества, анализа отказов и поиска скрытых дефектов в электронных изделиях. Практически все подобные системы, используемые в нашей стране, — иностранного производства, что негативно сказывается на сроках и стоимости технического обслуживания и ремонта. Кроме того, в последние несколько лет возникают трудности с поставками импортных высокотехнологичных систем и запчастей к ним. В этих условиях наличие отечественных МСРК становится особенно актуальным.

Объединив многолетний опыт эксплуатации и обслуживания подобных систем по всей стране, современные технологии и усилия лучших инженеров и конструкторов, наша компания разработала собственную микрофокусную систему рентгеновского контроля.

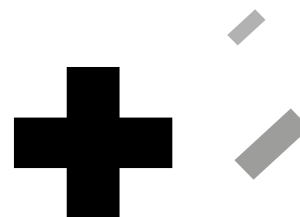
В ходе ее проектирования в первую очередь учитывались наиболее востребованные функции такого оборудования и пожелания российских заказчиков, в том числе те запросы, которые не смогли удовлетворить иностранные производители. При этом был выбран технически сложный, но принципиальный путь — система создавалась на основе российских разработок.

Создание системы с нуля на основе отечественных компонентов оказалось непростой задачей. Многие технологии в нашей стране были утрачены либо устарели и не являются конкурентоспособными. Особенно это касается узких высокотехнологичных направлений. Для того чтобы появился микрофокусный рентгеновский источник с улучшенными характеристиками, пришлось искать производителей высокотехнологичных деталей по всей стране. Безусловно, наша разработка потребовала больших временных и финансовых затрат, но в результате был получен независимый конкурентный продукт, к тому же позволяющий в несколько раз ускорить сервисное обслуживание.






Источник рентгеновского излучения (ИРИ)



Важно отметить, что нужные нам компоненты создавались в том числе при государственной поддержке — например, цифровые рентгеновские детекторы для неразрушающего контроля, что позволило использовать их в МСРК с минимальными доработками. Подобная поддержка необходима и оправдана, поскольку она компенсирует затраты на возрождение утраченных технологий и опыта. В результате появляется возможность применения компонентов российского производства, при этом качество серийного продукта не только сохраняется на заданном уровне, но и повышается.

В настоящее время идет работа над улучшением характеристик и надежности компонентов разработанной МСРК, стабильности программного обеспечения, а также над расширением функционала. Перед запуском в серию характеристики будут доведены до уровня, сопоставимого с иностранными аналогами, при сохранении конкурентоспособной цены. Планируется, что во втором квартале 2020 года система будет находиться в серийном исполнении и готовой для оформления заказа.

Подробнее об особенностях и возможностях данной разработки будет рассказано в следующих номерах нашего журнала. 

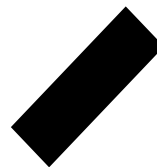
# «ДИПОЛЬ» ПРИНЯЛ УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ TESTING & CONTROL

С 22 по 24 октября 2019 года в МВЦ «Крокус Экспо» в Москве прошла ежегодная выставка Testing & Control. Традиционно в фокусе этого крупного отраслевого события, собравшего огромное количество российских и зарубежных производителей и поставщиков, было испытательное и измерительное обо-

рудование, отвечающее за контроль качества выпускаемой продукции и применяемое в авиационной, ракетно-космической, военной, нефтегазовой, энергетической, металлургической и других отраслях промышленности на этапах разработки и выпуска промышленных товаров и технических систем.

Компания «Диполь» — неизменный участник выставки Testing & Control, поскольку предлагает на рынок услуг и товаров широкий перечень испытательного оборудования в различных физических полях.

В этом году на стенде компании «Диполь» были представлены самые современные измерительные приборы Keysight и iTESH, испытательное оборудование ведущих мировых производителей Thermotron, LDS, King Design, а также оборудование для испытаний на электромагнитную совместимость TESEQ.



АНДРЕЙ СМИРНОВ, Д. Т. Н., РУКОВОДИТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И РАДИОИЗМЕРЕНИЙ, «ДИПОЛЬ»:

Среди испытательного оборудования особенно актуальными в последнее время являются технические средства для испытаний объектов по характеристикам электромагнитной совместимости (ЭМС). Чрезвычайная важность подобных мероприятий связана с нередкими в последнее время техногенными катастрофами и участвовавшими аварийными ситуациями или предпосылками к ним в повседневной жизни — особенно на транспорте. Квалификация наших специалистов позволяет предлагать проекты изменений существующих или ожидаемых стандартов в области ЭМС для общепромышленной продукции, коммуникационного

и светового оборудования, для аэрокосмической, оборонной, энергетической отраслей, транспортного машиностроения. Также «Диполь» готов предложить оборудование для тестирования ЭМС для абсолютно любого заказчика и под любые существующие стандарты. Широко известные и имеющие положительные отзывы пользователей продукты под марками TESEQ и EMTEST, MILMEGA и IFI в настоящее время реализуются под общим брендом AMETEK CTS. На выставке наша компания наряду с популярными моделями испытательного оборудования представила и новинки средств испытаний в области ЭМС.

**диполь**



Измерительные  
решения

**KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES

Измерительные  
решения



**диполь**

**KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES

**диполь**

**ТЕСТ**



MILME



Системы  
испытания  
электро  
совмест

мы для  
ганий  
электро  
ттную  
ТМОСТЬ

ТЕК



**диполь**

**диполь**



Первый в этом списке — генератор импульсных помех Comract NX5 с магнитудами импульсов напряжения до 5 кВ. Превосходные технические характеристики, полностью соответствующие стандартам серии IEC 61000-4-X (устойчивость к кондуктивным импульсным помехам по ГОСТ IEC 61000-4-4, -4-5, -4-12 и имитация искажений сети согласно IEC 61000-4-11 и -4-29), дружественный интерфейс управления и обработки, проведения и протоколирования испытаний, модульность построения и возможность выбора рациональной конфигурации пользовательского экземпляра прибора, приятная эргономика с цветовой поддержкой и встроенные запредельные и мониторинговые функции — вот далеко не полный перечень особенностей данного имитатора. И все это

пользователь может получить в компактном корпусе небольшой массы, что позволяет легко создать аккредитованную испытательную лабораторию в ограниченном пространстве для тестов (от пяти до восьми), включая имитацию воздействия магнитного поля.

Другой примечательный прибор — универсальный эквивалент сети (ЭС) питания HV-AN 150. Малогабаритное устройство обладает способностью измерений кондуктивных несимметричных помех сразу по нескольким стандартам. Секрет таких возможностей заключается во внедренных схемах ЭС, подходящих под различные стандарты — продукции общего применения (CISPR 16), автомобильной отрасли (CISPR 12, CISPR 25, ISO 11452-4), оборонной продукции (MIL STD 461G), объектов испытаний в аэрокосмической отрасли (RTCA/DO-160G). Выбор нужной схемы или соответственно типа ЭС легко осуществляется установкой перемычек, необходимое сочетание и положение которых поясняется размещенной на корпусе ЭС информационной табличкой. В итоге полный рабочий частотный диапазон ЭС составляет 9 кГц — 100 (400) МГц, а сам ЭС позволяет тестировать линии с током до 150 А и напряжением 1 кВ/1,5 кВ (AC/DC). Данный ЭС является однопроводным, что позволяет пользователю опционально выбирать количество используемых ЭС, исходя из своих возможностей. В настоящее время HV-AN 150 проходит завершающий этап испытаний, после чего будет включен в Государственный реестр средств измерений.

Еще один экспонат выставки — эталонный излучатель типа KSQ1000 производства TESEQ/AMETEK, предназначенный для измерений эмиссии излучаемых промышленных радиопомех с помощью современных компактных полеобразующих систем типа GTEM-камер и реверберационных камер. Это малогабаритное ( $115 \times 115 \times 115$  мм<sup>3</sup>) и легкое (менее 1 кг) устройство излучает линейчатый равномерный спектр (частотная неравномерность менее 0,2 дБ) сигнала в диапазоне частот 30–1000 МГц и создает нормированное значение напряженности на расстоянии 10 м. Таким образом, у пользователей появляется возможность оценить точность измерений прямыми методами либо ввести дополнительные поправки к результатам измерений эмиссии излучаемых помех. Кроме того, подобный излучатель может быть использован как эталонный образец при проведении межлабораторных сравнительных испытаний.



Помимо продемонстрированного оборудования, посетители нашего стенда могли ознакомиться с представленными информационными материалами по продуктам других фирм, выпускающих испытательное оборудование для тестирования ЭМС, в частности компаний SOLAR и OPHIR — известных производителей импульсных генераторов, устройств ввода помех, токосъемников и токовых зондов, усилителей мощности и эквивалентов сети и прочих многочисленных необходимых принадлежностей для проведения испытаний ЭМС.

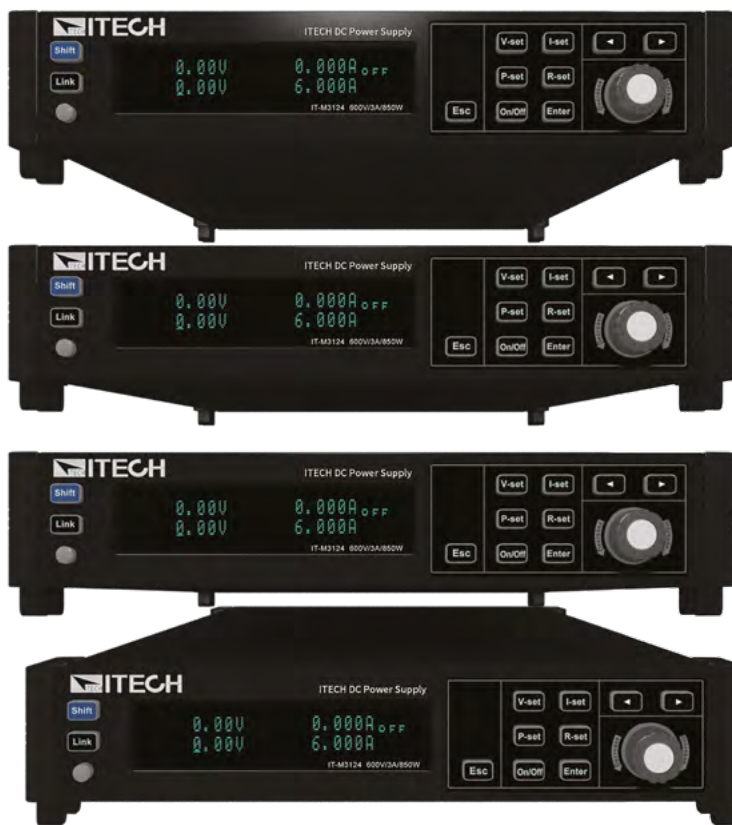




МАКСИМ ПИСКОВАЦКОВ, РУКОВОДИТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ, «ДИПОЛЬ»:

Специально для выставки мы привезли новинку 2019 года от компании ITECH — IT-M3124. Это источник питания (ИП) постоянного тока серии М, которая включает ИП постоянного тока, биполярный ИП, ИП переменного тока, рекуперативную электронную нагрузку, систему питания и многие другие продукты, предоставляющие пользователям широкий выбор вариантов для удовлетворения разнообразных задач тестирования.

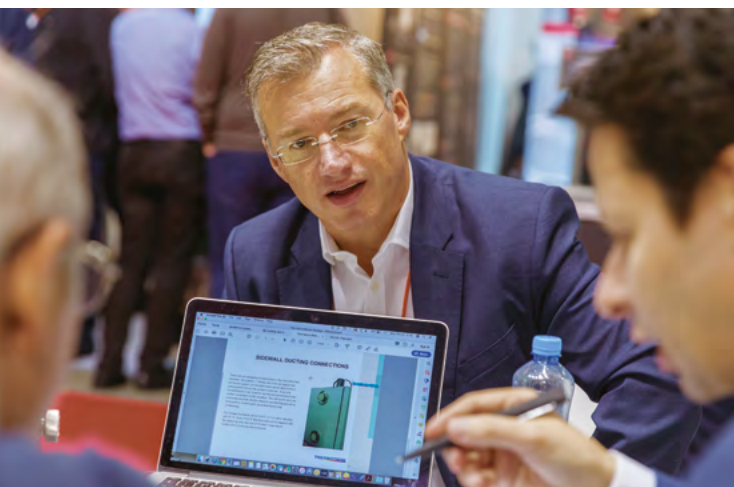
Ультракомпактный размер ИП постоянного тока серии IT-M3100 соответствует стандарту 1/2U, выходная мощность одного блока достигает 850 Вт, блоки можно легко объединить в систему до 64 каналов, ножки корпуса имеют специальные отверстия, позволяющие стыковать блоки между собой. Технология управления Link предусматривает выполнение регулировки параметров нескольких блоков одной ручкой. Оборудование поддерживает ввод различных таймингов каждого канала для синхронизации или задержки выхода, а также вывод различных соотношений напряжения. Источники питания на выбор можно оснастить следующими видами интерфейсов: RS-232, CAN, LAN, GPIB, USB\_TMC, USB\_VCP, RS-485. Эта серия помогает инженерам оперативно внедрять достижения в области тестирования.



## ВАЛЕНТИН ДУБЕНСКИЙ, СПЕЦИАЛИСТ ОТДЕЛА ПРОЕКТОВ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, «ДИПОЛЬ»:

Посетители нашего стенда имели возможность пообщаться и задать вопросы как специалистам «Диполь», так и Крэйгу Эллису (Craig Ellis), главе европейского представительства компании Thermotron Industries. Данный производитель испытательного оборудования занимает лидирующие позиции на мировом рынке, а наша компания является эксклюзивным представителем их продукции на отечественном рынке.

Мы представили решения для проведения испытаний от ведущих мировых производителей отрасли: оборудование для климатических и механических испытаний. В частности, уникальную по своим возможностям камеру автоматического термошока серии ATSS (производство Thermotron Industries). Наши гости могли наглядно убедиться в качестве и уровне исполнения этого оборудования.




Во время традиционных встреч с давними партнерами компании и переговоров с новыми заказчиками обсуждения не раз касались решения нестандартных технологических вопросов. На некоторые из них в ходе коллективного мозгового штурма ответ был найден тут же на месте, решение других задач отложено до детальной проработки с технологами.



# ТЫ ПРОСТО КОСМОС

*ITECH IT6000C/D — ДВУНАПРАВЛЕННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДВИЖИТЕЛЯ С ЭФФЕКТОМ ХОЛЛА*





Для приведения в действие космических аппаратов часто используют двигатель с эффектом Холла, являющийся ионным двигателем, в котором пропеллент ускоряется под влиянием электрического поля. Эффект Холла достигается посредством магнитного поля, препятствующего осевому движению электронов, необходимых для ионизации пропеллента и эффективного ускорения ионов, обеспечивающего тягу. Такое передовое электрическое двигательное устройство широко применяется в управлении позиционированием спутников, для межорбитальных маневров и/или сохранения орбиты, а также является главной двигательной установкой для дальних космических полетов и т. п. Такие преимущества, как простая структура, высокий удельный импульс, высокая эффективность делают это устройство предпочтительным при выборе направления развития будущих космических аппаратов. Поскольку двигатели Холла выполняют чрезвычайно важные задачи в аэрокосмической промышленности, то для обеспечения необходимой стабильности и надежности требуется ряд сложных испытаний.



Максим Писковацков,  
руководитель направления  
измерительного оборудования общего  
назначения, компания «Диполь»  
(официальный представитель ИТЕСН в РФ  
и Казахстане)  
mvp@dipaul.ru

## КАК ЭТО ПРОИСХОДИТ?

При выполнении теста межорбитального маневра космической станции на анод и/или катод вакуумной камеры двигателя с эффектом Холла необходимо подать питание постоянного тока. После успешного запуска электроны в циркулирующем токе Холла ионизируют бортовое топливо (инертный газ ксенон) и создают ионизированную плазму. Затем электрическое поле выталкивает ксеноновую плазму в перпендикулярном направлении и выводит ее на сверхвысокой скорости вонне через сопло, создавая тягу. В течение всего процесса тестирования требования к источнику питания (ИП) остаются крайне высокими. Ионизация и весь процесс испытаний могут пройти гладко только при успешном запуске.

Во время теста выходной ток ИП становится очень высоким, что вызывает большую проблему в отношении превышения допустимой мощности такого источника. В то же время ИП должен поддерживать стабильное и высокоточное непрерывное рабочее состояние в течение всего процесса. Для удовлетворения специфических требований заказчика компания ИТЕСН предложила индивидуальную версию двунаправленного программируемого ИП постоянного тока серии ИТ6000С.

К преимуществам данной разработки относятся:

**1.** Увеличение допуска превышения мощности во время переходного процесса.

Например, при мгновенном запуске двигателя 10 кВт/500 В/20 А ток нагрузки достигает 180 А (рис. 2). Серия ИТ6000С расширяет возможности переходной избыточной мощности на 10 мс для нужд тестирования клиентов.





Рис. 1. Испытания в вакуумной камере двигателя с эффектом Холла мощностью 10 кВт (500 В/20 А)

- OVP** — защита от превышения напряжения.
- OSR** — защита от скачков тока.
- OPP** — защита от перегрузки по суммарной мощности.
- OTP** — защита от перегрева.

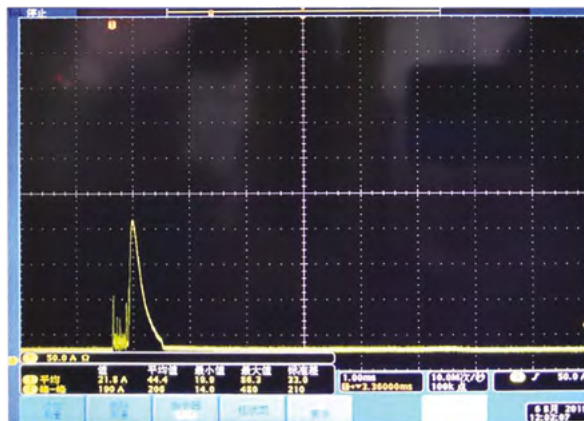



Рис. 2. Осциллограмма выброса тока при старте двигателя с эффектом Холла

**2.** Время защиты является настраиваемым.

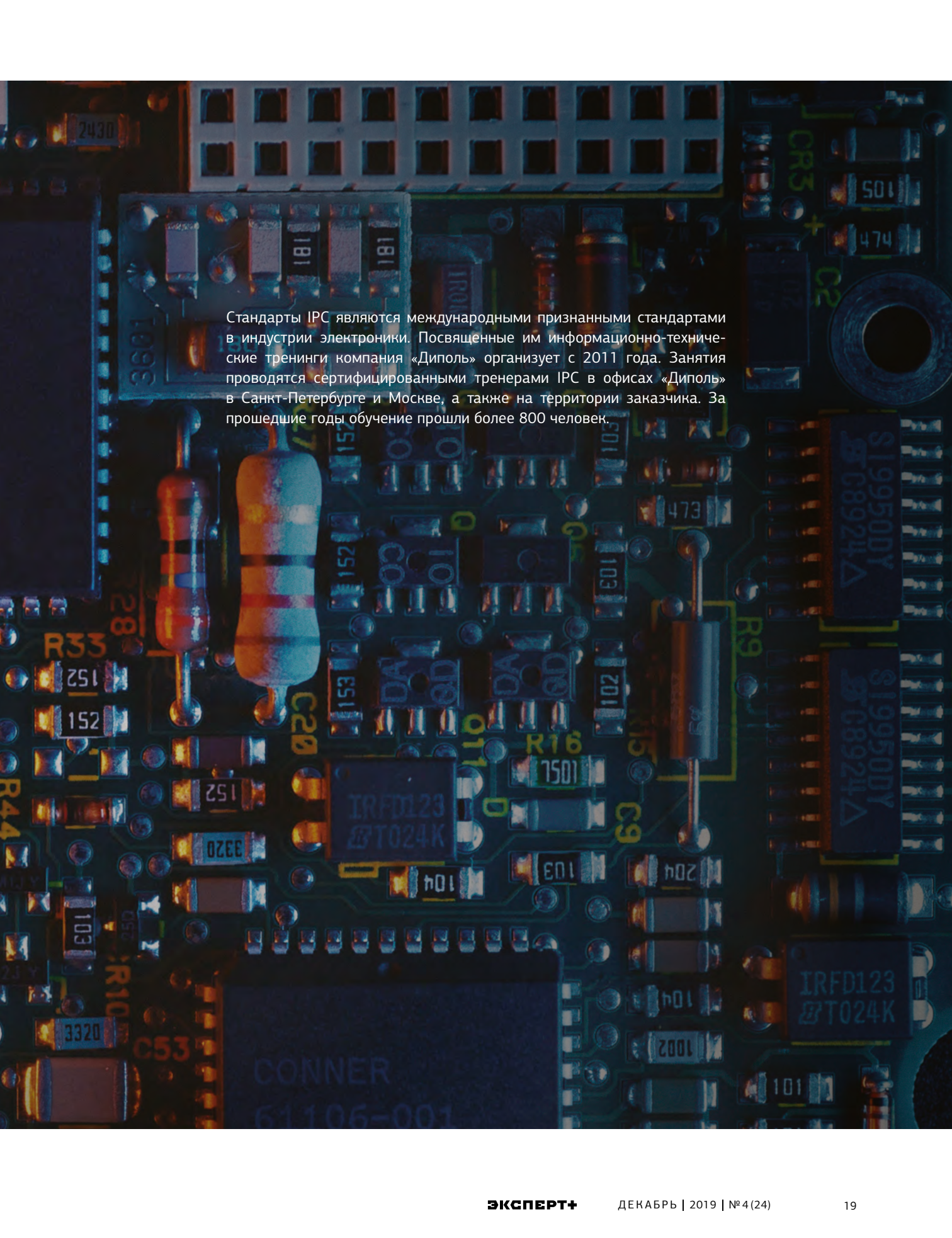
Время защиты, необходимое во время теста, достаточно короткое и для типовых ИП обычно составляет 20 мс. ИП серии ИТЕСН ИТ6000С обладает комплексом защитных функций, поддерживает OVP, ±OSR, ±OPP, OTP, а также защиту от падения мощности и антисекционирование. Помимо того, у пользователей есть возможность настроить время задержки защиты. После превышения установленного времени задержки выход ИП автоматически отключается.

**3.** Высокая и стабильная выходная мощность, возможность расширения с помощью параллельного подключения — все эти функции предоставляют больше возможностей для будущих проектов.

Серия ИТ6000С предлагает функциональность двухквадрантного режима работы, одинаковую способность подачи и потребления в компактном корпусе 3U/18 кВт. Максимальное выходное напряжение составляет 2250 В в режиме работы «главный-ведомый» с усредненным распределением тока. Максимальная мощность достигает 1,152 МВт.

Электродвигатель (ЭП) — это будущее космонавтики. ИТЕСН стремится предоставлять комплексные и надежные решения для испытаний во всех отраслях, чтобы помочь ученым, занимающимся исследованием космоса, приблизиться к очередным технологическим прорывам и совершить новые удивительные открытия. 

# «ДИПОЛЬ» — О СТАНДАРТАХ ІРС



Стандарты IPC являются международными признанными стандартами в индустрии электроники. Посвященные им информационно-технические тренинги компания «Диполь» организует с 2011 года. Занятия проводятся сертифицированными тренерами IPC в офисах «Диполь» в Санкт-Петербурге и Москве, а также на территории заказчика. За прошедшие годы обучение прошли более 800 человек.



В настоящее время действует два вида тренингов — стандарт IPC-A-600 «Критерии приемки печатных плат» и стандарт IPC-A-610 «Критерии приемки электронных сборок».

Уже много лет IPC-A-600 «Критерии приемки печатных плат» является стандартом выбора критериев соответствия и применяется, когда дело доходит до осмотра несобранных печатных плат. На этот документ опираются производители, поставщики и потребители печатных плат, что позволяет им говорить на одном языке.

Тренинг, посвященный данному стандарту, проводится по типовой программе Ассоциации и рассматривает внешние критерии приемки плат, анализ микрошлифов, оценку чистоты и прочие критерии. Желаемый результат, приемлемое и дефектное состояние для жестких и гибких печатных плат — эти вопросы обсуждаются и иллюстрируются в ходе тренинга.

Обучение фокусируется на необходимых знаниях для инспекторов, операторов, инженеров, покупателей и любых других лиц, участвующих в проверке несобранных печатных плат или тех, кто должен принимать решения о принятии или отклонении в отношении несобранных печатных плат.

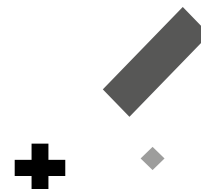
Программа тренинга, который продолжается три дня, состоит из четырех модулей:

- Введение. Политика и процедуры IPC в области обучения и сертификации. Обзор стандарта IPC-A-600.
- Внешние критерии.
- Внутренние критерии.
- Различные критерии. Оценка чистоты.

По завершении тренинга проводится тестирование, на основании которого участникам выдается международный сертификат Ассоциации IPC — «Сертифицированный специалист по стандарту IPC-A-600».

В течение многих лет IPC-A-610 является стандартом, используемым во всей электронной промышленности для проверки электронных сборок. Он заслужил международную репутацию в качестве документа, содержащего критерии приемлемости для собранных печатных плат.

Тренинг по материалам стандарта IPC-A-610 «Критерии приемки электронных сборок» предусматривает правильное применение в соответствии с видом дефекта и классом продукции. Он предназначен для всех, чья работа связана со сборкой и монтажом печатных плат: контролеров отделов качества, технологов производств, операторов сборочных линий и установок автоматической инспекции, специалистов входного контроля, руководителей сборочных участков.



Программа четырехдневного тренинга состоит из девяти модулей:


- Введение. Политики и процедуры.
- Предисловие. Документы. Манипулирование.
- Установочные изделия.
- Пайка.
- Контактные соединения.
- Технология монтажа в отверстия

(включая перемычки из провода).

- Технология поверхностного монтажа (включая перемычки из провода).
- Повреждения компонентов. Печатные платы и сборки.
- Навивка без припоя.

По завершении тренинга проводится тестирование, на основании которого участникам выдается международный


сертификат Ассоциации IPC — «Сертифицированный специалист по стандарту IPC-A-610».

Прохождение тренингов по IPC позволяет организации-клиенту повысить квалификацию сотрудников, улучшить качество выпускаемой продукции и снизить производственные затраты. 

# СВЕЖАЯ КРОВЬ

*НЕОБХОДИМОСТЬ ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА  
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
НА ПРИМЕРЕ ХАРАКТЕРИОГРАФОВ*





В России, как и за рубежом, разработки изделий СВЧ-электроники отнесены к критически важным технологиям, во многом определяющим облик и технические характеристики образцов современной радиоэлектронной аппаратуры. Основой для создания новой продукции в электронной отрасли служит используемая электронно-компонентная база (ЭКБ).

При этом обеспечение высокой функциональной сложности электронных новинок невозможен без опережающего развития метрологического сопровождения всех этапов производственного цикла изделия — от контроля качества исходных материалов и компонентов до сертификации готовой продукции, включая испытания на надежность и долговечность. Важнейшим этапом технологического цикла изготовления радиоэлектронной аппаратуры является входной контроль ЭКБ как отечественного, так и иностранного производства.

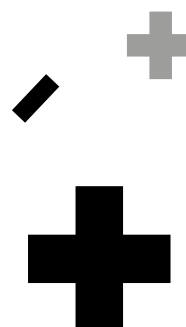


Виктор Макаров, технический специалист  
направления радиотехнических измерений  
MakarovVV@dipaul.ru

Как показывает практика, очень часто при разработке ЭКБ или при осуществлении входного контроля закупаемых компонентов контрольно-измерительное оборудование (КИО) либо вообще не используется в виду его отсутствия, либо серьезно устарело. По нашим наблюдениям, до 90% парка КИО российских производителей составляют приборы, срок эксплуатации которых превышает 15–20 лет, а новые поступления отечественной контрольно-измерительной техники исчисляются единицами экземпляров.

Посещая российские предприятия, в восьми из десяти случаев мы отмечаем следующую ситуацию: на складах хранится некоторое количество наполовину разобранных измерителей, служащих донорами для единственного прибора, установленного в лаборатории. Бывает и другой вариант: приборы в лаборатории выходят из строя и сотрудникам приходится выполнять диагностику оборудования, искать неисправный элемент, а затем тратить время на поиск аналога, поскольку такие элементы уже не выпускаются. В итоге лаборатория не справляется с выполнением плана, задерживая работу остальных подразделений.

Однако часто, осознавая суть проблемы, производители не видят современной альтернативы используемому оборудованию. Чтобы помочь заказчикам сориентироваться, компания «Диполь» выпускает серию статей-руководств по замене устаревших приборов. Начиная с данной статьи материалы, посвященные этой теме, будут публиковаться в журнале «Эксперт +», а также в виде отдельных брошюр.



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Полупроводниковые приборы являются основными компонентами современных радиоэлектронных устройств. Поэтому следует рассмотреть измерители параметров полупроводниковых приборов, которые можно условно разделить на две группы:

1. Измерители параметров маломощных устройств.
2. Измерители параметров мощных устройств.

К первой группе относятся измерители параметров полупроводниковых приборов, работающих в диапазоне напряжений до 200 В и токов до 10 А (табл. 1).



Рис. 1. Измеритель параметров полупроводниковых приборов Л2-23

Данные измерители параметров полупроводниковых приборов (характериографы) выполняют схожие функции и имеют близкие характеристики. Содержание и обслуживание указанных приборов влечет за собой ряд сложностей:

- необходимо выделять средства на поверку;
- требуется иметь большой запас ЗИП для оперативного ремонта вышедших из строя приборов;
- невозможно найти новый прибор взамен вышедшего из строя: предлагаемые варианты будут представлять собой либо «конструктор» (из нескольких нерабочих приборов собирается один действующий), либо прибор «с хранения» (выпущенный несколько лет назад и, не будучи в эксплуатации, остававшийся на складе). И в том и в другом случае сложно гарантировать, что вновь приобретенный прибор способен беспрепятственно служить несколько лет.

Для замены характериографов (табл. 1) идеально подходят прецизионные источники/измерители Keysight серии B2900A, обладающие высокой точностью и широким диапазоном токов и напряжений.



Если для испытаний полупроводниковых устройств требуется напряжение больше 200 В и/или ток свыше 10 А, возникает потребность в измерителях параметров мощных полупроводниковых приборов (табл. 2).

При эксплуатации данного измерительного оборудования возникают те же трудности, что и с предыдущей группой приборов.

Следует отметить, что устаревшие характериографы лишены возможности сохранения результатов измерений — протоколировать полученные данные приходилось вручную. Таким образом, в результатах измерений могут встречаться ошибки, обусловленные человеческим фактором. Говорить об автоматизации измерений при эксплуатации такого оборудования тем более не приходится.

Для измерения параметров мощных полупроводниковых приборов в качестве альтернативы можно использовать характериографы Keysight B1505/06A.



Рис. 2. Прецизионный источник/измеритель B2912A



Рис. 3. Измеритель параметров транзисторов и диодов Л2-76

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В начале 1980-х годов компания Keysight (в то время часть Hewlett-Packard) представила свой первый цифровой параметрический анализатор. Это был первый прибор, объединивший в одном корпусе четыре модуля «источника/измерителя» (SMU)

и поставляемый вместе со специальным программным обеспечением (ПО). Подобно характеристикографу анализатор 4145A отображал информацию в виде кривых. Но кривые состояли из отдельных точек, чьи цифровые координаты могли сохраняться и анализироваться

с помощью ПО. Появление данного прибора стало революцией в полупроводниковой промышленности. Сегодня в портфолио компании Keysight представлено более десяти решений, которые перекрывают все возможные потребности инженеров.

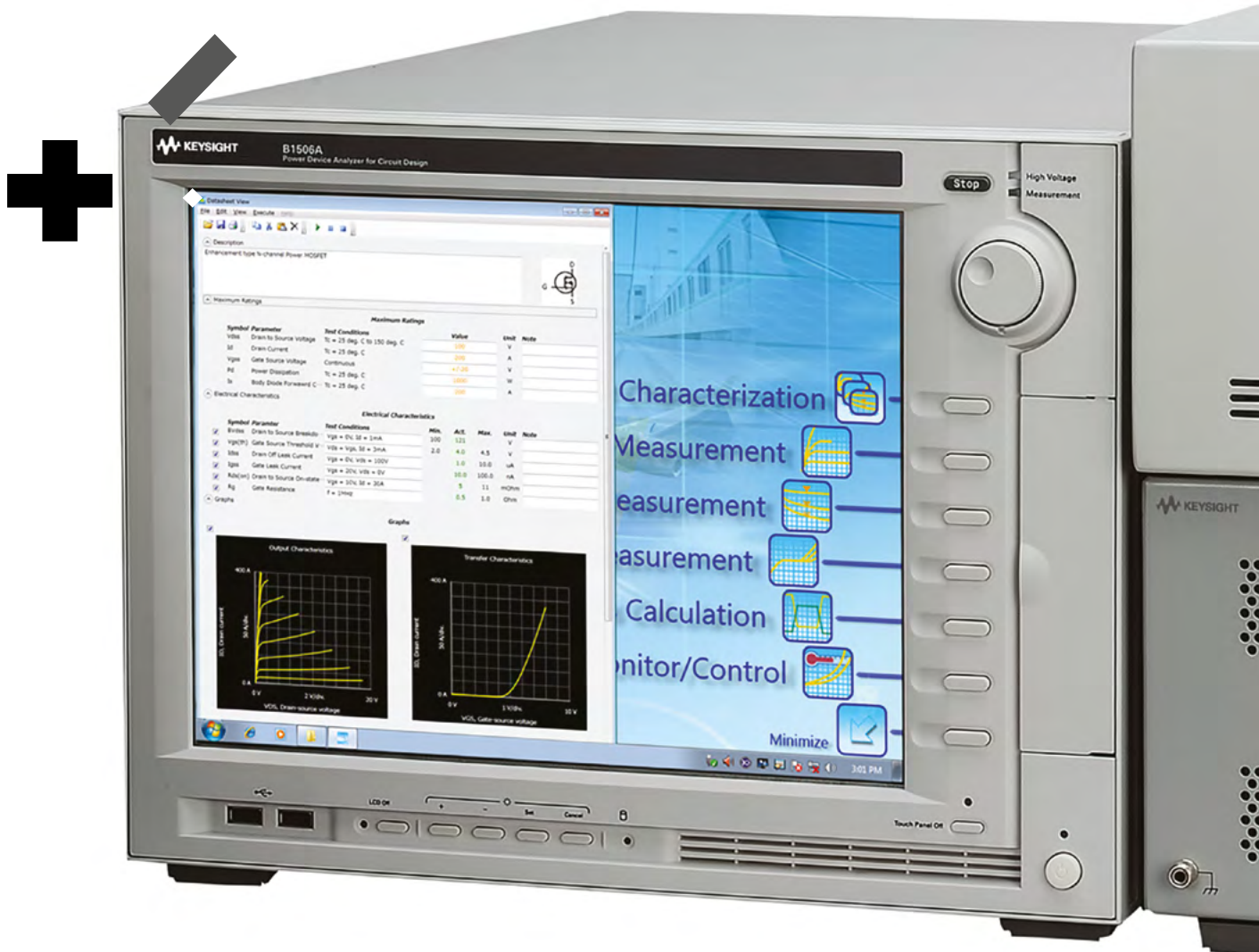


Рис. 4. Анализатор мощных полупроводниковых приборов B1506A

Подобные разработки позволяют получать высочайшую точность измерений токов и напряжений (до 0,1 фА и до 100 нВ) и проводить измерения на всех этапах производства полупроводниковых устройств — от измерений на пластинах до контроля параметров готовой продукции. При этом специализированное ПО обеспечивает создание тестовых последовательностей и протоколирование полученных результатов. Кроме того, полученные данные можно экспортировать в САПРы для формирования моделей, необходимых при проектировании устройств.



Если возникает потребность заменить измерители параметров полупроводниковых приборов, рекомендуется придерживаться следующих критериев:

1.

Тип измеряемых устройств (диоды, варисторы, термисторы, транзисторы, измерение на пластинах и пр). Данный критерий определяет, какое количество измерительных каналов потребуется для решения задачи и какие устройства подключения будут использоваться. Например, для тестирования выводных диодов, варисторов или термисторов достаточно одного измерительного канала и зажимов Кельвина, измерительных щупов или колодки для подключения выводных компонентов. Для тестирования выводных транзисторов, тиристоров и пр. понадобится два измерительных канала и колодка для подключения. При тестировании компонентов поверхностного монтажа необходимо использовать колодку подключения соответствующего типоразмера. Измерения на пластинах потребуют применения зондовых станций.

2.

Диапазон токов и напряжений. Если нужно проводить измерения маломощных полупроводниковых устройств, можно рассмотреть прецизионные источники/измерители серии B2900A или параметрический анализатор B1500A. Для определения характеристик силовых полупроводниковых приборов можно рекомендовать анализаторы мощных устройств B1505A или B1506A. Эти приборы предназначены не только для тестирования и осуществления входного/выходного контроля, но и для создания моделей, необходимых разработчикам силовых электронных схем.

3.

Требуемая точность измерений. Анализаторы параметров полупроводниковых приборов компании Keysight Technologies обладают высокими техническими характеристиками и позволяют проводить измерения параметров устройств с разрешением до десятых долей фА и до десятых долей мкВ. Подробные характеристики измерителей параметров полупроводниковых приборов приведены в таблице 3.



Независимо от того, какой анализатор параметров полупроводниковых приборов компании Keysight будет выбран, процесс тестирования и протоколирования упрощается с помощью ПО EasyEXPERT group+. Это программное обеспечение содержит сотни готовых к использованию тестов для различных типов устройств и позволяет настроить автоматическое сохранение данных измерений.



Ниже приведено несколько возможных вариантов современных аналогов характериографов в зависимости от решаемых задач:

# 1.

Если надо проводить измерения малоомощных полупроводниковых устройств, можно рассмотреть прецизионные параметрические анализаторы серии B2900A. Отличительные особенности:

- 1 или 2 канала.
- Минимальное разрешение:
  - ✓ B290xA: 1 пА/1 мкВ (для источника), 100 фА/100 нВ (для измерителя);
  - ✓ B291xA: 10 фА/100 нВ (для источника), 10 фА/100 нВ (для измерителя).
- Максимальное выходное напряжение: 210 В.
- Максимальный выходной ток: 3 А (в режиме постоянного тока), 10,5 А (в импульсном режиме).
- Генератор сигналов произвольной формы и оцифровка сигналов с интервалом от 20 мкс (B290xA) или 10 мкс (B291xA).

# 2.

Если разрешения в 10 фА недостаточно, рекомендуется обратить внимание на анализаторы полупроводниковых приборов B1500A. Отличительные особенности:

- Измерение вольт-амперных характеристик (ВАХ) в диапазоне 0,1 фА — 1 А и 0,5 мкВ — 200 В.
- Многочастотное измерение емкости в диапазоне частот 1 кГц — 5 МГц, измерение квазистатической вольт-фарадной характеристики (ВФХ).
- Расширенные измерения импульсных ВАХ и сверхскоростные измерения ВАХ с минимальным периодом выборки от 5 нс (200 Мвыб./с).
- Генерирование высоковольтных импульсов до 40 В для тестирования ячеек энергонезависимой памяти.
- Гибкая модернизируемая модульная архитектура с десятью слотами для сменных измерительных модулей.

# 3.

Если требуется проводить измерения параметров полупроводниковых устройств при токах, превышающих 10 А, и напряжениях, превышающих 200 В, при сохранении высоких точностных характеристик, рекомендуется использовать анализаторы параметров мощных устройств B1505A или B1506A. Отличительные особенности:

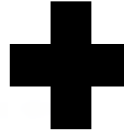
- Тестирование в широком диапазоне напряжений и тока: до 3 кВ (B1506A) или до 10 кВ (B1505A) и до 1500 А.
- Измерение ВАХ и ВФХ.
- Возможность проведения измерений в широком диапазоне температур -50...+250 °С.
- Минимальное разрешение измерения: 10 фА/200 нВ.

## Для справки

Помимо необходимости выполнять измерения компонентной базы полупроводниковых приборов, производителю может потребоваться проведение климатических и механических испытаний компонентов и изготавливаемых с их помощью устройств. Сотрудники компании «Диполь» готовы помочь с выбором испытательного оборудования.

Следует отметить, что полупроводниковые устройства часто крайне чувствительны к статическому электричеству и условиям хранения. Антистатическая мебель и системы хранения, разработанные «Диполь», обеспечивают сохранение работоспособности производимых устройств.

Как уже отмечалось, перечисленные приборы управляются с помощью ПО EasyEXPERT group+, позволяющего конфигурировать тесты под различные устройства и протоколировать результаты измерений.



Обобщая сказанное, можно сделать следующие заключения:

- для измерения маломощных полупроводниковых приборов доступны бюджетное (B29xxA) и высокоточное (B1500A) решения;
- для измерения параметров мощных полупроводниковых устройств имеется возможность сконфигурировать прибор под конкретную измерительную задачу (B1505A) или использовать сконфигурированное на заводе решение (B1506A). Эти анализаторы позволяют проводить всесторонние измерения в широких диапазонах и будут полезны на предприятиях, выполняющих измерения мощных полупроводниковых приборов с высокой точностью.

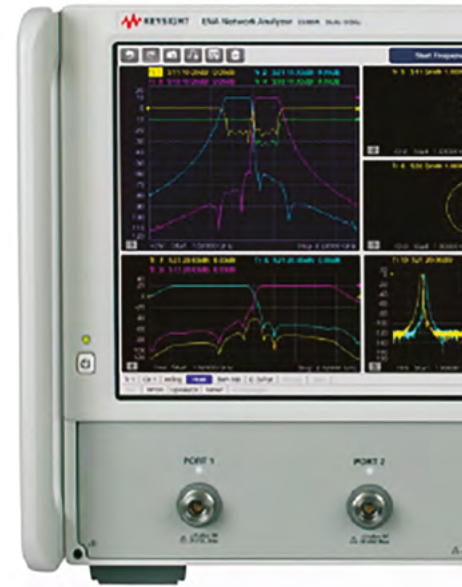
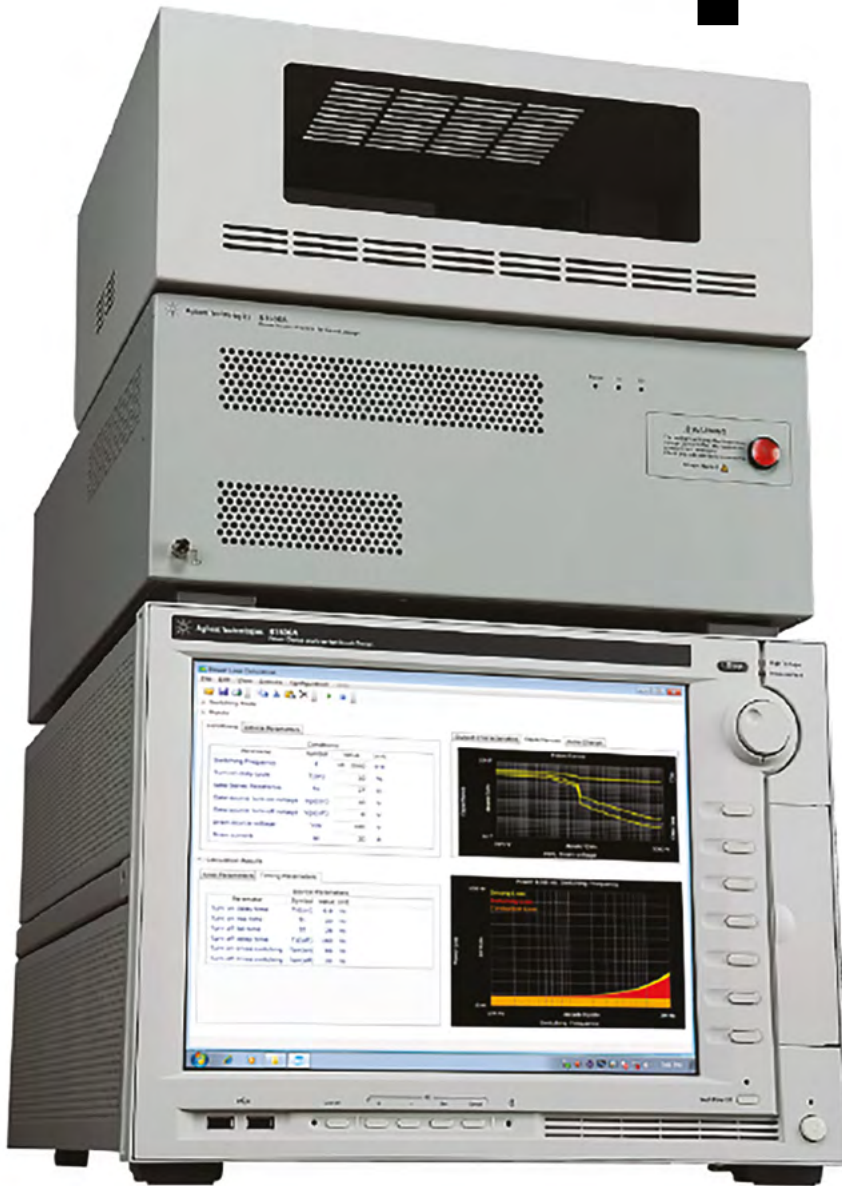


Рис. 5. Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A

## КСТАТИ ГОВОРЯ

Рынок гибридных автомобилей и электромобилей стремительно развивается. Растущий уровень электрификации автомобилей порождает новые проблемы разработки и производства. Для повышения КПД и получения большей удельной мощности при меньшем тепловыделении многие производители подобной техники начинают использовать в силовых преобразователях полупроводниковые приборы с широкой запрещенной зоной (WBG), например на основе карбида кремния (SiC) или нитрида галлия (GaN). Однако им необходимо обеспечивать надежность и безопасность этих устройств.

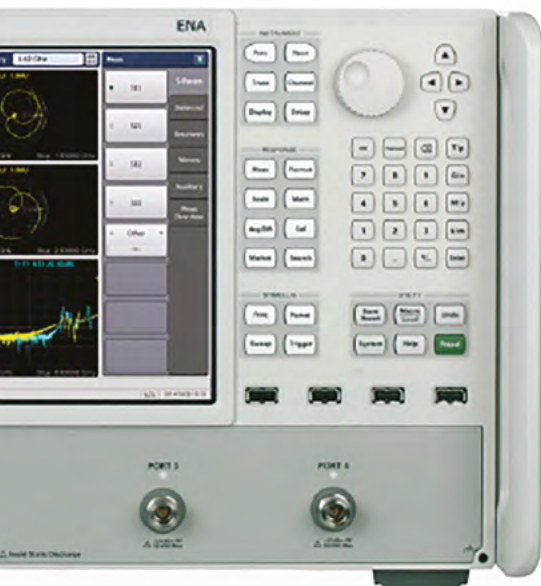
Использование традиционных инструментов для анализа параметров полупроводниковых приборов во временной области и простых моделей с сосредоточенными параметрами не

обеспечит надежных и достоверных результатов для устройств WBG. Частота коммутации WBG-устройства может составлять сотни кГц, а его граничная частота как минимум в пять раз выше, чем у прибора, изготовленного на основе кремния, что приводит к возникновению частотных составляющих в сотни МГц. Традиционные модели полупроводниковых приборов не содержат паразитных параметров, реагирующих на эти высокие частоты, то есть с их помощью невозможно предсказать, какие условия будут влиять на безопасность и надежность схемы. В качестве примера таких условий можно привести пусковые токи, выбросы, звоны и время переключения. Без соответствующего моделирования этих условий можно неверно оценить мощность, не заметить некоторые проблемы ЭМС, проблемы надежности, связанные с выходом параметров за допустимые пределы, и даже получить неработающие прототипы. Все

это приводит к увеличению времени разработки и потенциальным убыткам.

В ноябре 2018 года компания Keysight представила измерительную систему для моделирования мощных полупроводниковых приборов.

Испытательный комплекс, в состав которого входит анализатор мощных полупроводниковых приборов, а также системы измерения S-параметров и параметров сдвоенных импульсов, выполняет измерения характеристик реальных WBG-устройств, а также использует программные средства моделирования для создания достоверных моделей WBG-устройств. Полученные модели можно использовать в САПР Keysight для моделирования и анализа влияния высокочастотных компонентов на надежность и электромагнитные помехи. Изменения в конструкцию можно вносить еще до изготовления первого прототипа, что экономит время и деньги, исключая необходимость дорогостоящих переделок.



№ п/п	Прибор	Диапазон напряжения	Диапазон токов
1.	ИППП-1	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
2.	ИППП-1/1	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
3.	ИППП-1/2	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
4.	ИППП-1/3	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
5.	ИППП-1/4	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
6.	ИППП-1/5	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
7.	ИППП-1/6	0,1–120 В	1 нА — 200 мА
8.	Л2-1 (ИПТ-1)	не менее 4,5 В	не менее 1 мА
9.	Л2-12	2–100 В	0,5–30 мА
10.	Л2-18	2–200 В	0,1–199 мА
11.	Л2-22	2–99 В	0,03–29,9 мА
12.	Л2-23	4,5 В	1 мА, 5 мА
13.	Л2-26	30–1500 мВ	0,1–120 мА
14.	Л2-27	не превышает 15 мВ	30–300 мкА
15.	Л2-28	0,25–99,9 В	0,03–100 мкА
16.	Л2-31	0,3–50 В	0–50 мА
17.	Л2-32	от –50 до –0,3 В; 0,3–50 В	0–50 мА
18.	Л2-34	1–29,9 В	50 мА
19.	Л2-35А	0,5–10 В	до 120 мА
20.	Л2-38	0,3–50 В	до 50 мА
21.	Л2-43	до 30 В	до 20 мА
22.	Л2-44	4–12 В	0–20 мА
23.	Л2-47	3–4–5–6–9–12–15–24–30 В	до 30 мкА
24.	Л2-48	от ±0,3 до ±30 В	30 мА
25.	Л2-50	до 20 В	1 нА — 1 мА
26.	Л2-51	1–99,9 В	0,1–30 мА
27.	Л2-60	до 10 В	до 60 мА
28.	Л2-65	не более 30 В	100 мА
29.	Л2-68	1–29,9В	0,5–49,9 мА
30.	Л2-70	0,5–199,9В	0,1–199,9 мА
31.	Л2-71	3–51,15 В	до 100 мА
32.	Л2-78	0,1–30 В	5 мкА — 0,05 А
33.	Л2-81	0,1–30 В	0,1–100 мА
34.	Л2-82	до 5,1 В	100 мА
35.	Л2-9	2–100 В	0,1–20 мА
36.	Л4-4	до 50 В	до 50 мА

Таблица 1. Измерители параметров полупроводниковых приборов, работающих в диапазоне напряжений до 200 В и токов до 10 А

№ п/п	Прибор	Диапазон напряжения	Диапазон токов
1.	ИЛ-14	0,2–300 В	3; 7,5; 15; 30; 75; 150 мА
2.	ИППП-3	0,05–2000 В	1 нА — 20 А
3.	Л1-3	–100 В, от -65 до 300 В	0,75; 1,5; 3; 7,5; 15; 300 мА
4.	Л2-42	до 100 В	до 20 А
5.	Л2-46	0,1–200 В	30 А
6.	Л2-54	4,5–400 В	5–300 мА
7.	Л2-56	10–400 В	5–300 х
8.	Л2-56А	0–2000 В	1 мкВ — 400 мВ
9.	Л2-64	до 200 В	30 А
10.	Л2-69	0,5–200 В	0,1–50 А
11.	Л2-76	до 400 В	до 1 А
12.	Л2-77	10–400 В	5–300 мА
13.	Л3-3	до 300 В	до 3 А

Таблица 2. Измерители параметров мощных полупроводниковых приборов

	Серия В2900	В1500А	В1505А	В1506А
Максимальное выходное напряжение, В	±210	±200	±10000	±3000
Максимальный выходной ток, А	±10,5	±1	±1500	±1500
Минимальное разрешение при измерении напряжения, мкВ	0,1	0,5	0,2	0,5
Минимальное разрешение при измерении тока, фА	10	0,1	10	10

Таблица 3. Характеристики измерителей параметров полупроводниковых приборов

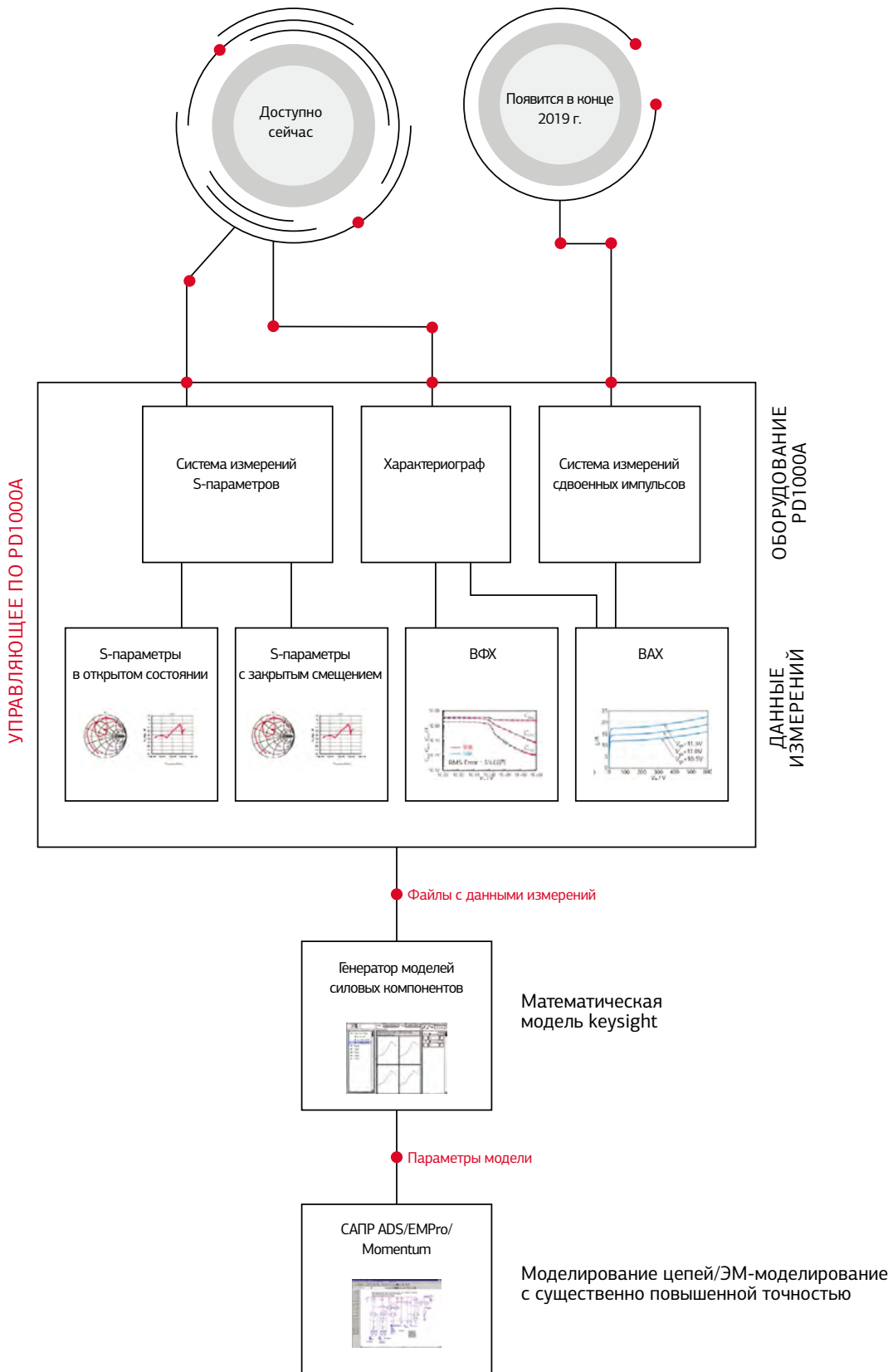


Рис. 6. Структура измерительной системы PD1000A

Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A состоит из трех элементов, работающих под управлением системного управляющего ПО PD1000A System Control Software:

### АНАЛИЗАТОР МОЩНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ (НА БАЗЕ V1506A С ПРИНАДЛЕЖНОСТЯМИ)


Анализатор мощных полупроводниковых приборов выполняет измерения ВАХ и ВФХ. По этим характеристикам модель «обучается» реагировать на определенные токи и напряжения.

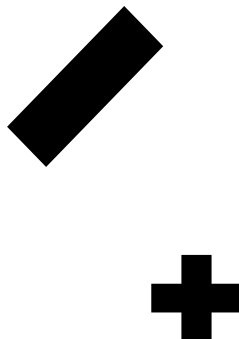
### СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ S-ПАРАМЕТРОВ (НА БАЗЕ АНАЛИЗАТОРА ЦЕПЕЙ E5080A СЕРИИ ENA, ИСТОЧНИКА/ИЗМЕРИТЕЛЯ СЕРИИ V2902A И АКСЕССУАРОВ)

Система измерений S-параметров измеряет частотную характеристику устройства при нулевом смещении (в закрытом состоянии) и при наличии смещения (в открытом состоянии). Это позволяет «научить» модель, как будет функционировать разрабатываемое устройство в частотной области.

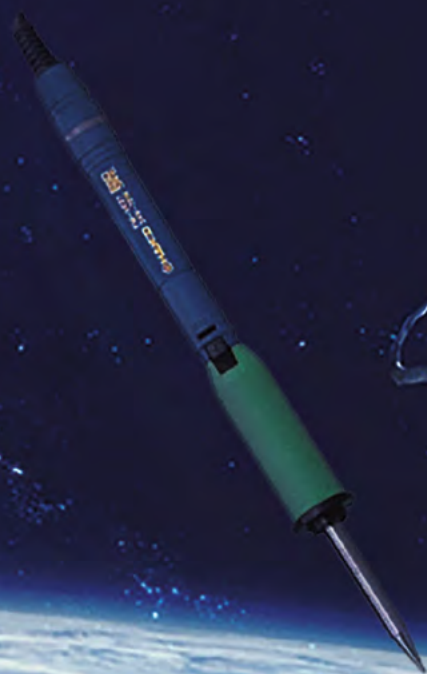
### СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ СДВОЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ

Система измерения двояных импульсов выполняет измерения вольт-амперных характеристик с расширенным диапазоном. Это позволяет точно моделировать поведение WBG-устройств при высоких напряжениях и рабочих токах.


Управляющее ПО автоматизирует практически все измерения и создает файлы, которые можно загрузить в программный генератор моделей силовых компонентов (PEMG) Keysight W8598BP/BT. После загрузки в PEMG пользователь может выбирать нужные модели WBG. PEMG создает модели на основе выполненных измерений и выбранной формулы моделирования. Затем модель можно использовать в САПР Advanced Design System, EMPro и Momentum компании Keysight для точной имитации реальных условий. 



# СОВРЕМЕННАЯ ПАЙКА

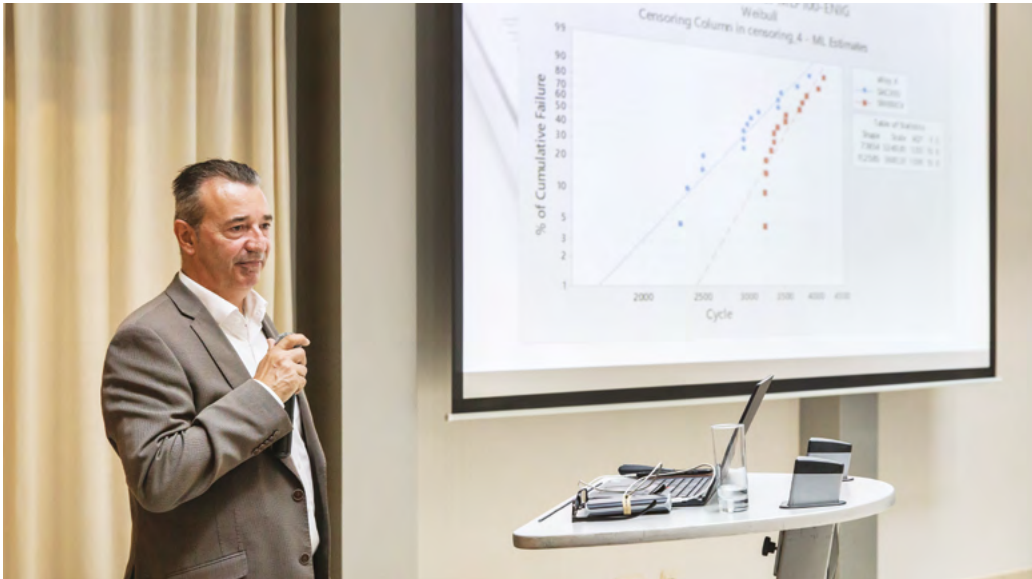




A full-page background image showing an astronaut in a white spacesuit floating in space. The astronaut is holding a blue container filled with small, gold-colored electronic components. The Earth is visible in the background, along with the rings of Saturn and other celestial bodies.

Компания «Диполь» продолжает цикл информационно-технических практических семинаров, посвященных новым технологиям и эффективным производственным решениям и предназначенных для специалистов электронной промышленности. На этот раз в сентябре в Санкт-Петербурге состоялся практический семинар «Современные тенденции в ручной пайке и паяльных материалах. Опыт применения и внедрения на предприятиях». На семинаре в качестве докладчиков выступили зарубежные эксперты.






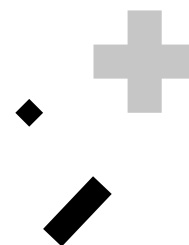
Хан Раецен, технический специалист компании Valver Zinn/Cobar, сертифицированный тренер IPC, посвятил свое выступление теме «Свинцовые и бессвинцовые припои», рассказав о базовых основах пайки, теории сплавов, а также о факторах, влияющих на прочность паяного соединения, и особенностях выбора и применения припоев.



О тонкостях ручной пайки сделал сообщение представитель японской компании Hakko Corp., технический специалист по микропайке Сатору Аики. Речь шла о том, какое базовое оборудование требуется для пайки и как грамотно использовать необходимые технологии, о том, как выбрать нужные технологические режимы и как они влияют на качество пайки. В практической части семинара, проходившей с использованием FN-1010 — первой в мире станции с программируемыми наконечниками, Сатору Аики провел обзор типовых дефектов и перечислил меры по их устранению, рассказал о применении инновационных методов в ручной пайке.



Завершил семинар Дмитрий Трегубов, генеральный директор ООО «ESDэксперт». Его доклад был посвящен актуальным вопросам реализации требований новых и действующих стандартов по антистатической защите электронных и приборостроительных производств, внесению в Госреестр измерителя электростатических потенциалов HAKKO FG450. 



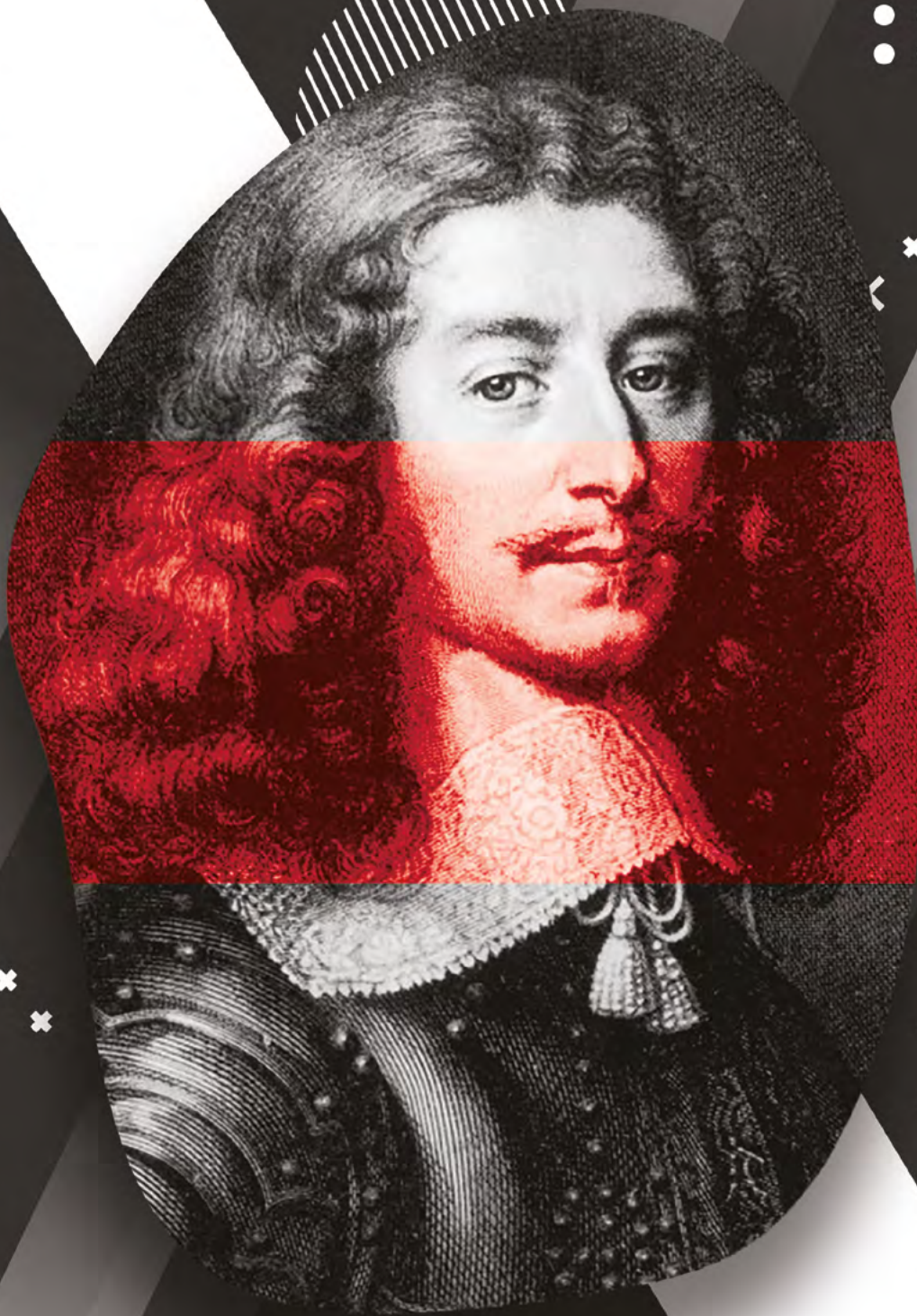


## Паяльник с регулировкой температуры Накко FX-600 (36В)

Диапазон рабочей температуры 200–500 °С.

Большой выбор наконечников, малый вес и габариты паяльника позволяют осуществлять пайку с различными видами компонентов. Используется для проведения самых разнообразных паяльных работ, в т.ч. при пайке электронных деталей и микросхем.

- ✓ Универсальный уровень мощности (50 Вт).
- ✓ Процедура управления рабочей температурой паяльника осуществляется простым поворотом ручки (расположена на рукоятке).
- ✓ Имеется возможность фиксации температуры с помощью специального ключа.
- ✓ Индикатор состояния установки температуры.
- ✓ Надежный керамический нагревательный элемент длительного срока службы.
- ✓ Тепловая защита предохраняет рукоятку инструмента от перегрева.
- ✓ Эргономичная и облегченная рукоятка из легкой пластмассы обеспечивает удобную работу.
- ✓ Стабильность температуры  $\pm 1$  °С.




«« **Чтобы оправдаться  
в собственных глазах,  
мы нередко убеждаем себя,  
что не в силах достичь цели;  
на самом же деле  
мы не бессильны,  
а безвольны** »»

Франсуа Ларошфуко, писатель

# ГОВОРИТ И ПОКАЗЫВАЕТ УЛЬТРАЗВУК

*МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ*





Оценка качества электронных устройств становится все более трудоемкой задачей в связи с усложнением многослойной структуры интегральных схем, увеличением их эффективности и одновременным уменьшением размеров. В связи с этим как никогда повышается важность надежных методов контроля качества и анализа неисправностей электронных изделий. Одним из широко распространенных методов неразрушающего контроля является сканирующая акустическая микроскопия. Данная технология позволяет при помощи акустических волн получать изображения микроскопических объектов и быстро проводить анализ на наличие возможных скрытых дефектов, не разрушая структуру образца.



Валерия Утгоф, руководитель проектов направления «Микроэлектроника»  
vutgof@dipaul.ru

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА

Метод акустической микроскопии основан на том, что любой материал обладает собственным акустическим сопротивлением. Удельное акустическое сопротивление — величина, показывающая сопротивление материала при смещении частиц материала под воздействием звуковой волны, определяется как произведение плотности материала на скорость звука в нем:

$$Z = \rho \cdot c$$

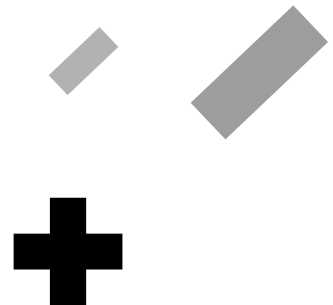
где  $Z$  — удельное акустическое сопротивление;  $\rho$  — плотность материала;  $c$  — скорость звука в материале.

Граница раздела между двумя материалами с различным удельным акустическим сопротивлением называется акустическим интерфейсом. При попадании звукового импульса в акустический интерфейс часть звуковой энергии отражается, а часть — проходит сквозь границу раздела. Потери энергии между материалом 1 и материалом 2 рассчитываются по формуле:

$$dB_{loss} = 10 \log_{10} \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

где  $Z_1$  — удельное акустическое сопротивление материала 1;  $Z_2$  — удельное акустическое сопротивление материала 2.

Чем больше разница сопротивлений акустического интерфейса, тем больше амплитуда отклика звукового сигнала и тем выше контраст изображения. Именно это свойство делает метод акустической микроскопии наиболее предпочтительным для обнаружения пустот, трещин и расслоений в материале, поскольку разница акустических сопротивлений на границе «твердый материал — воздушная полость» настолько велика, что в этих областях акустический сигнал полностью отражается. В результате полость в материале отчетливо видна по контрастности изображения.



## ПРИНЦИП РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИЯ МИКРОСКОПА

Стандартная конструкция ультразвукового микроскопа состоит из генератора импульсов, преобразователя, который объединяет функции динамика и микрофона, а также приемника.

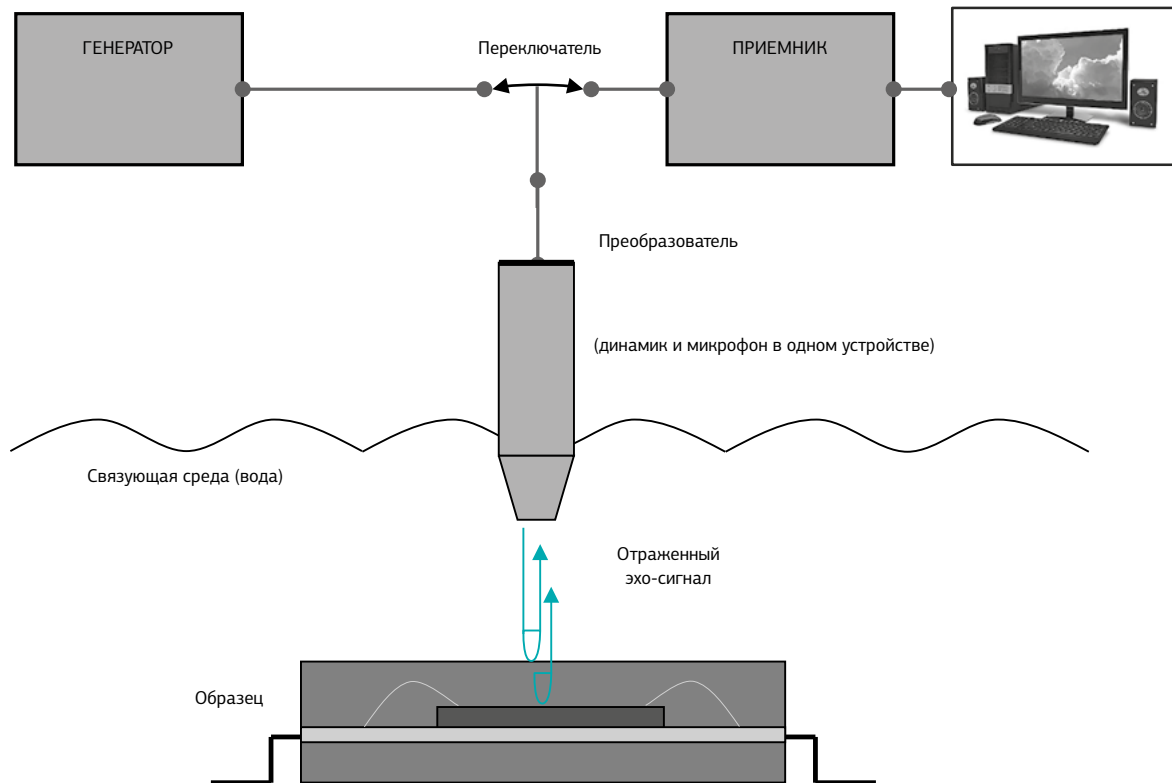
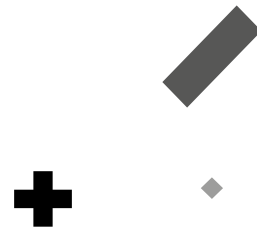


Рис. 1. Схема работы ультразвукового микроскопа

Акустический микроскоп работает в импульсном режиме. Электрический сигнал от генератора попадает на пьезоэлектрический преобразователь, который преобразует электрический сигнал в акустические волны. Для частот ниже 100 МГц используются кристаллы ниобата лития, кварца или керамики. Если частоты выше этого предела, применяются

пьезоэлектрические кристаллы, например оксид цинка (ZnO). Далее акустический сигнал посылается через сапфировый цилиндр в фокусирующие линзы, после чего акустическое поле фокусируется на оси объектива в связующей среде (вода). Связующая среда проводит акустические импульсы от объектива к образцу.

После взаимодействия акустического поля с образцом система работает в обратном порядке: отраженный сигнал проводится связующей средой, затем попадает в линзу, преобразуется в плоское поле, а потом с помощью пьезоэлектрических преобразователей генерируется ответный сигнал. Акустический сигнал преобразуется в электрический, попадает в приемник и далее в компьютерную систему, в которой происходит дальнейший анализ и преобразование полученных данных. В результате имеющиеся данные отображаются системой на экране в виде пикселей с различной насыщенностью серого цвета.



Диапазоны частот акустических микроскопов, как правило, делятся следующим образом: низкие частоты 1–100 МГц, средний диапазон частот 100–400 МГц и высокочастотный диапазон 400 МГц — 2 ГГц. Обычно исследования на низких частотах позволяют проводить исследования вглубь образца, тогда как средние и высокие частоты используются для исследования поверхности и приповерхностной области. Кроме того, в зависимости от поставленных задач могут быть использованы различные преобразователи.

Акустическая микроскопия позволяет делать различные срезы исследуемого образца, не разрушая его. Так, можно выполнить В-сканирование, что по сути представляет собой поперечное сечение образца, или С-сканирование, в результате которого можно получить изображение внутреннего слоя образца. Кроме того, существуют и другие типы сканирования, такие как G- и X-сканирование, предоставляющие неразрушающие срезы нескольких слоев образца, что в свою очередь дает представление о глубине дефекта и его расположении внутри образца.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В каких же областях может быть полезна данная технология? Благодаря физическому принципу действия данный метод является универсальным для неразрушающего контроля, и область применения вовсе не ограничивается производством электронных и микроэлектронных устройств, а распространяется гораздо шире и включает такие производственные сферы, как фотовольтаика, автомобилестроение, материаловедение, биотехнология и фармацевтика. Метод позволяет обнаружить, визуализировать и про-

анализировать трещины, дефекты, включения и расслоения в совершенно различных материалах, что делает его универсальным для применения во многих областях науки и техники.

Возвращаясь к производству электроники и микроэлектронных устройств, можно отметить, что акустическая микроскопия служит прекрасным инструментом для исследования полупроводниковых пластин, кристаллов, корпусов интегральных схем, многослойных устройств по типу flip chip, chip-on-board и chip-on-flex

и т. д. Метод успешно справляется с обнаружением таких дефектов, как пустоты в соединении кристаллов, трещины в материале корпуса, пустоты в компаунде, микротрещины полупроводниковых пластин, пустоты в BGA-соединении и многие другие производственные дефекты, в основе которых имеет место переход «твердый материал — воздушная полость», о чем говорилось ранее. Также метод позволяет выявлять и отбраковывать контрафактные изделия путем обнаружения на них следов перемаркировки.

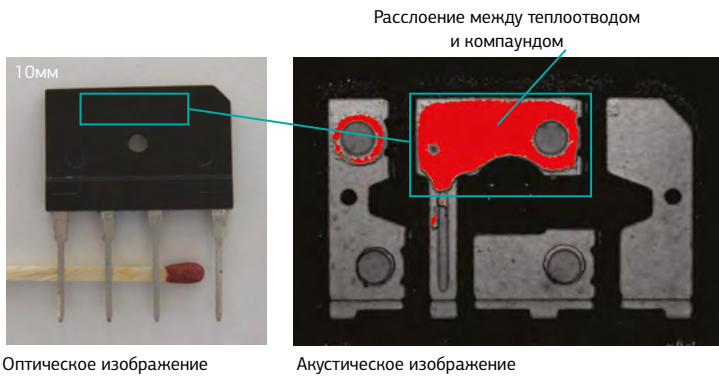


Рис. 2. Корпус ИС

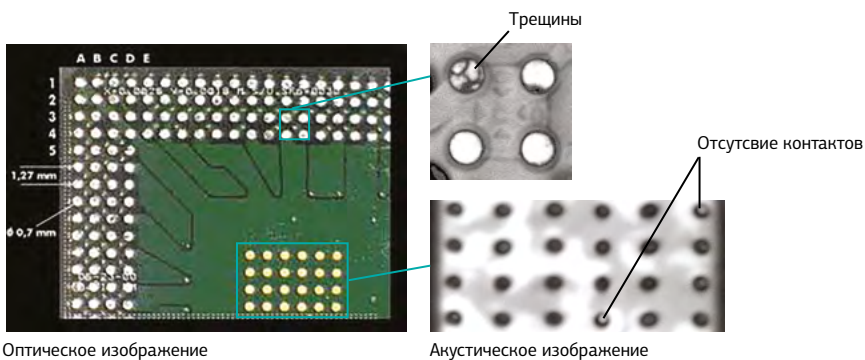


Рис. 3. Трещины в багпах

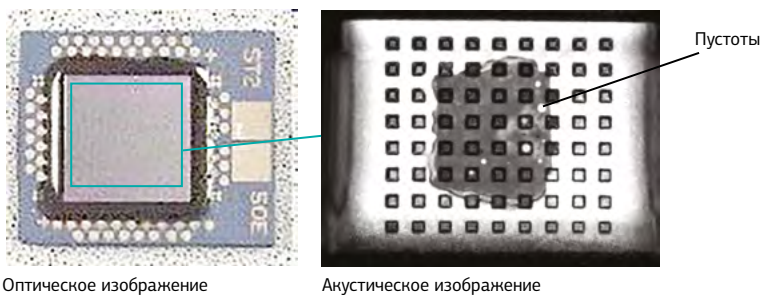


Рис. 4. Пустоты в соединении кристалла

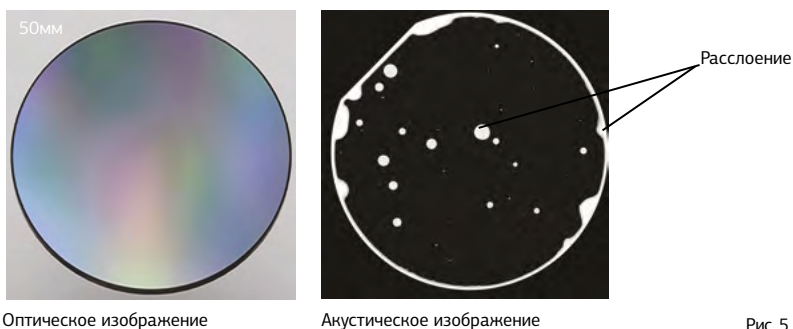


Рис. 5. Расслоения при склеивании полупроводниковых пластин

## ЛИНЕЙКА ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИИ KSI

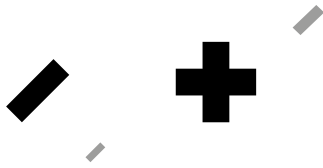
Немецкая компания KSI (Kraemer Sonic Industries, основана в 1989 году), один из лидеров в области акустической микроскопии, в течение многих лет использует данную технологию для неразрушающего контроля и анализа как в области микроэлектроники и полупроводниковых материалов, так и во многих других производственных сферах. Компания имеет богатый опыт в разработке как типовых лабораторных и производственных решений,

так и сложных систем для серийных производств, включая акустические микроскопы, встраиваемые в технологическую линию, со специально разработанным программным обеспечением, позволяющим максимально автоматизировать процесс. Микроскопы, изготовленные компанией KSI, устроены по принципу Plug and Play, а значит, не требуют ничего, кроме подключения к розетке и выделенного пространства в помещении.

На данный момент наиболее передовым поколением микроскопов является линейка серии V. Для моделей этой серии характерна высокая скорость сканирования, которая обеспечивается за счет аппаратной части системы, а также разработанных и запатентованных компанией KSI FCT-преобразователей (fluid cut technology — «технология разрезания воды»), позволяющих сократить время сканирования на 30% по сравнению с обычными преобразователями.



Рис. 6. Ультразвуковой микроскоп KSI V8




Базовым решением для проведения акустической микроскопии является модель микроскопа V8. Эта машина представляет собой универсальный инструмент, который объединяет все опции, необходимые для проведения анализа на наивысшем уровне. Благодаря сочетанию высококачественного изображения и высокой скорости сканирования данная модель является оптимальным решением как для научных исследований, так и для серийных производств. V8 обладает широким полем сканирования 400×400 мм и дает возможность работы с преобразователями в частотном диапазоне 5–400 МГц. Благодаря модульному исполнению микроскоп может быть оборудован под конкретные нужды заказчика.

Микроскоп модели V300 имеет те же преимущества и конструкционные особенности, что и V8, за исключением уменьшенного диапазона возможных используемых преобразователей (рабочий диапазон 5–300 МГц), а также уменьшенного максимального поля сканирования — 300×300 мм. Таким образом, при отсутствии у заказчика жестких требований по этим двум параметрам машина становится бюджетным решением для лабораторий и производств.

Новейшая разработка компании KSI — микроскоп модели V8 Advanced. Вобрав все преимущества предыдущих моделей серии V, данный микроскоп дополнен самыми передовыми функциями технологии акустической микроскопии, такими как держатель преобразователей револьверного типа, камера высокой четкости с CMOS-матрицей, обеспечиваю-

щая высокоточное позиционирование преобразователя над образцом, системы контроля температуры и качества воды, и многое другое.

В настоящее время сканирующая акустическая микроскопия является передовым методом неразрушающего контроля, позволяющим быстро получать качественную оценку внутренней структуры изделий. Модульность и вариативность конструкции и программного обеспечения, возможность проведения поверхностных и объемных исследований с высоким разрешением делают акустические микроскопы превосходным инструментом для решения широкого спектра задач как в исследовательских областях, так и на производстве. 

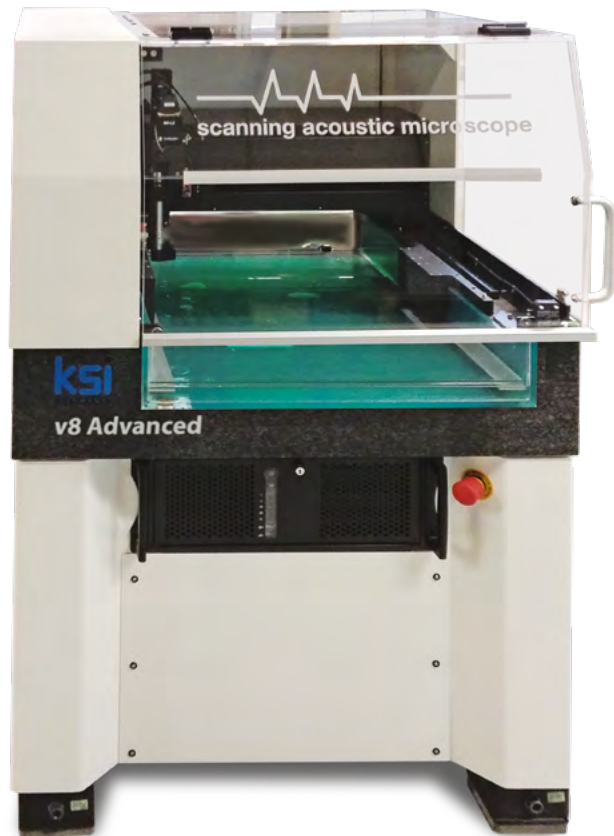


Рис. 7. Ультразвуковой микроскоп KSI V8 Advanced

# ПОДХОДЯ, ПОДКЛЮ- ЧАЙТЕ ...

*ЧТО БУДЕТ, ЕСЛИ ОСТАВИТЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ  
ВХОД НЕПОДКЛЮЧЕННЫМ?*





Мы продолжаем знакомить читателей с материалами, посвященными базовым понятиям и подходам в использовании источников питания (ИП), современным решениям в данной области и уникальным функциям, помогающим выполнить самые сложные задачи, возникающие при тестировании. В этом номере ведущий раздела по системам электропитания объединенного блога Keysight Technologies в России Алексей Телегин рассказывает, как уберечь тестируемые устройства от повреждения.



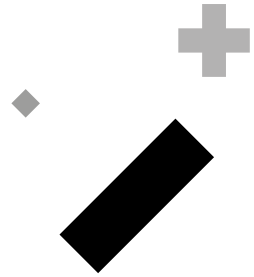


Алексей Телегин,  
ведущий блога по источникам питания  
Keysight Technologies

Многие ИП имеют измерительный вход, который позволяет стабилизировать напряжение прямо на нагрузке, а не на выходных клеммах источника питания. Измерительный вход применяется для компенсации падения напряжения на соединительных проводах, которое порождается протекающим по ним током. Для достижения этой цели, кроме соединительных проводов нагрузки, предусмотрена дополнительная пара проводов от измерительного входа. Пример такой схемы показан на рис. 1. ИП использует напряжение на измерительном входе для контроля напряжения на нагрузке и стабилизирует его непосредственно на нагрузке, изменяя напряжение на выходных клеммах. Познакомьтесь с информацией о четырехпроводном подключении.

Провода измерительного входа можно случайно оставить неподключенными или сначала подключить, а потом случайно отключить один или оба провода. Пользователи источников питания, тестирующие очень дорогое оборудование, часто спрашивают, что будет, если провода измерительного входа останутся неподключенными? Их беспокоит возможность подачи на дорогое оборудование повышенного напряжения.

Для того чтобы оценить важность вопроса, нужно правильно представлять себе роль измерительного входа. Для стабилизации выходного напряжения ИП использует внутреннюю схему, действующую по принципу обратной связи. Мы устанавливаем некоторое значение напряжения, а цепь обратной связи измеряет напряжение на клеммах измерительного входа и сравнивает его с установленным значением. Если напряжение слишком мало, цепь обратной связи повышает выходное напряжение. Если напряжение слишком велико, цепь обратной связи его понижает. В результате выходное напряжение становится таким, чтобы напряжение, измеренное на измерительном входе, равнялось установленному значению.



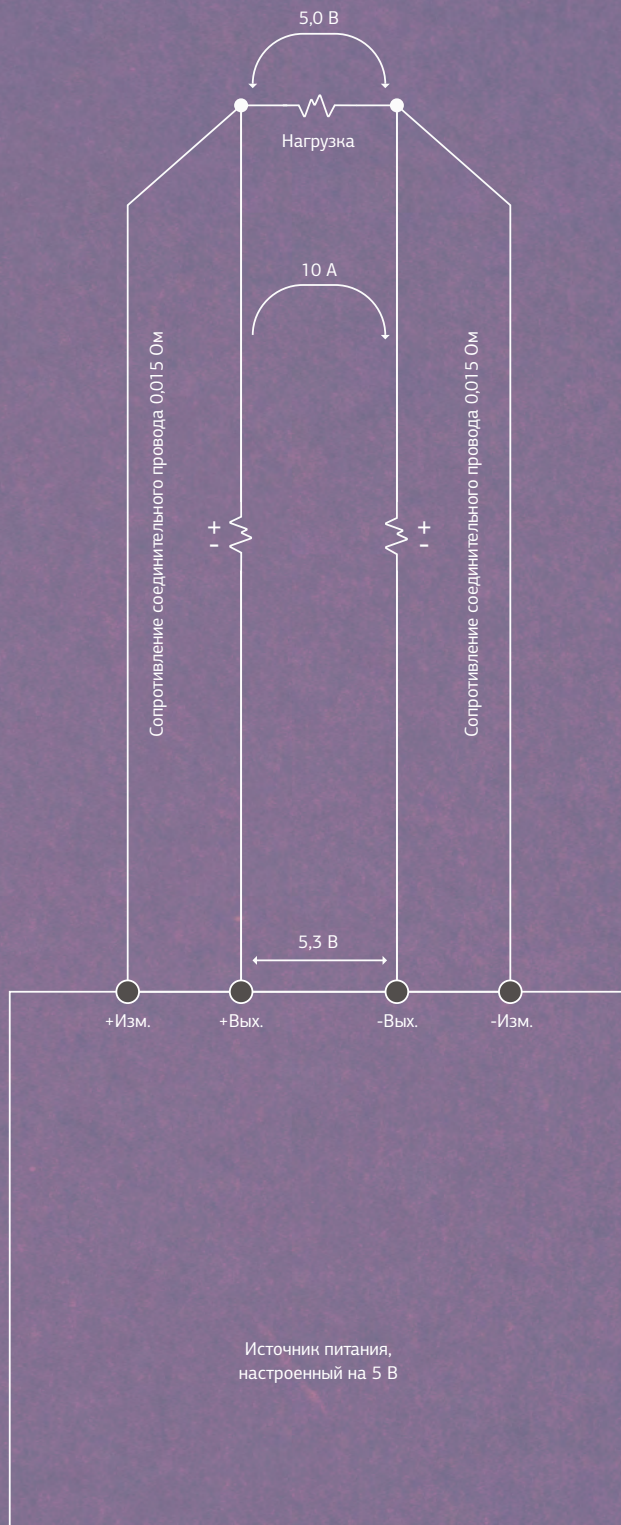


Рис. 1. Пример применения измерительного входа для компенсации падения напряжения на соединительных проводах

Если провода измерительного входа отключены, цепь обратной связи разрывается и в регулятор поступает неверная информация о напряжении. При отключенном измерительном входе измеренное напряжение будет близко к нулю. Формально для регулятора это означает, что выходное напряжение слишком мало, и он повысит его. Но это не приведет к соответствующему повышению напряжения на

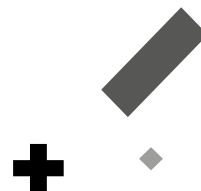
измерительном входе, поскольку его провода не подключены, а значит, регулятор повысит напряжение еще больше. Это будет продолжаться до тех пор, пока выходное напряжение не достигнет максимального значения, которое обычно немного выше максимального допустимого напряжения ИП и значительно выше установленного значения, что в итоге способно легко повредить тестируемое устройство!

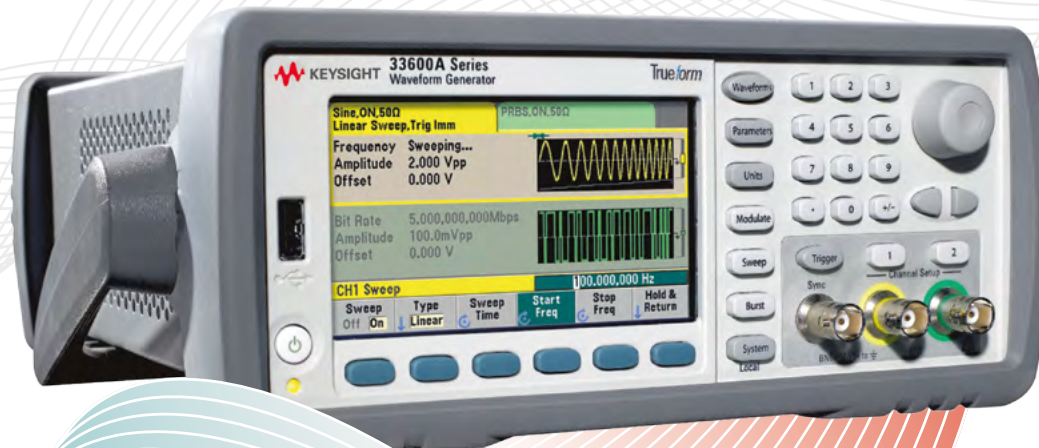
Все произойдет именно так, если не принять меры по ограничению выходного напряжения. Источники питания Agilent оснащены защитой от обрыва проводов измерительного входа, предотвращающей существенный рост выходного напряжения при обрыве измерительной цепи. Фактически при обрыве или отсоединении одного или двух проводов измерительного входа выходное напряжение большинства источников питания Agilent вырастет лишь на 1–2% по сравнению с установленным значением. Кроме того, некоторые источники питания Agilent могут обнаруживать обрыв провода измерительного входа, отключать выход и предупреждать об этом пользователя, устанавливая соответствующий бит регистра состояния.

Обратите внимание, что схема защиты от обрыва провода измерительного входа работает независимо от схемы защиты от перенапряжения, широко применяемой в большинстве источников питания Agilent. Защита от перенапряжения настраивается независимо от измерительного входа. Если реальное выходное напряжение превысит уставку защиты, схема защиты от перенапряжения отключит выход источника, чтобы тестируемое устройство не было повреждено. 



Ссылка на блог  
Keysight Technologies  
в России





## Генераторы сигналов Keysight Technologies серии 33600A со склада «Диполь»

- ✓ Уникальная технология Trueform.
- ✓ Уровень гармонических искажений в 5 раз ниже, чем у аналогичных приборов.
- ✓ Уровень джиттера составляет менее 1 пс.
- ✓ Амплитуда выходного сигнала – от 1 мВ до 10 В (размах) с разрешением 14 бит.
- ✓ Частота дискретизации до 1 Гвыб./с обеспечивает высокое разрешение по времени для сигналов произвольной формы.
- ✓ Объем памяти сигналов произвольной формы: 4 Мточек на канал в стандартной комплектации с возможностью расширения до 64 Мточек на канал.

# РАЗВИТИЕ — ПО ПОЛНОМУ ЦИКЛУ



В нашем журнале мы регулярно рассказываем о заказчиках, являющихся стратегическими партнерами компании «Диполь». Не так давно их ряды пополнила калужская компания «Автоэлектроника». Предприя-

тие развивается и оптимистично смотрит в будущее, постепенно расширяя ассортимент изделий, наращивая производственные мощности и используя передовое оборудование.

## Справка

---

АО «Автоэлектроника» специализируется на разработке и изготовлении электронных автокомпонентов и систем для крупнейших производителей автомобилей России и ближнего зарубежья. Компания динамично развивается, получая награды за достижения в разных областях деятельности как от своих партнеров, так и от представителей власти. «Автоэлектроника» входит в состав предприятий — членов союза «Торгово-промышленная палата Калужской области», является одним из учредителей ассоциации «Кластер автомобилестроения и автокомпонентов Калужской области» и членом ассоциации предприятий машиностроения «Кластер автомобильной промышленности Самарской области».

Калужский завод электронных изделий (АО «Автоэлектроника») создан в 1990 году на базе конструкторского бюро электроники и цеха № 8 Калужского завода автомотоэлектрооборудования (КЗАМЭ). Первыми подразделениями компании были цеха по производству реле регуляторов и блоков экономайзеров, систем управления климатом, цех микроэлектроники и собственное конструкторское бюро.

В настоящее время предприятие оснащено оборудованием по сборке и контролю изделий с использованием поверхностного монтажа, имеет производственные мощности по изго-

товлению печатных плат, а также изделий по толстопленочной гибридной и полупроводниковой технологии с использованием автоматизированного проектирования.

Собственная испытательная база, оборудованная климатическими камерами и камерами влажности и соляного тумана, позволяет проводить все виды испытаний изделий.

С 1998 года на предприятии внедрена и сертифицирована система менеджмента качества по версии международного стандарта ISO. На сегодня CMK соответствует требованиям IATF 16949-2016 и ISO 9001-2015.

Основные виды выпускаемой продукции:

- электромеханические усилители руля (ЭУР);
- цифровые тахографы;
- датчики ЭСУД (давления, скорости, фаз и др.);
- системы отопления салона;
- электрооборудование пусковых, подогревательных, отопительных устройств;
- элементы управления (модули управления светотехникой, регуляторы освещения приборов, переключатели корректора света фар, цифровые часы);
- регуляторы напряжения и реле.





ЭУРУ — до сборки

Потребителями продукции АО «Автоэлектроника» являются практически все автомобильные заводы России и СНГ, основные из них — ПАО «АВТОВАЗ», АО «Автомобильный завод «ГАЗ», ПАО «КАМАЗ».

Я веду беседу с Русланом Дурдыбаевым, генеральным директором АО «Автоэлектроника».

— Руслан Рустамович, представьте, пожалуйста, вашу компанию и главные направления ее деятельности.

— Мы производим электронные компоненты собственной разработки для автомобильной промышленности. Основа нашего развития — освоение продукции для современных моделей российских заводов и сотрудничество

с иностранными предприятиями, которым интересен бизнес в России. Основные автомобильные заводы России — это АВТОВАЗ и КАМАЗ, и для каждого у нас есть своя линейка продуктов.

Наиболее значимым изделием в доле поставок на ПАО «АВТОВАЗ» является электромеханический усилитель рулевого управления (ЭУРУ). Мы начали поставлять его с 2006 года и с тех пор постоянно совершенствуем продукт и участвуем в проектах раз-



Генеральный директор  
АО «Автоэлектроника»  
Руслан Дурдыбаев

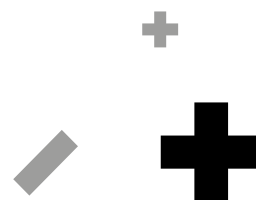




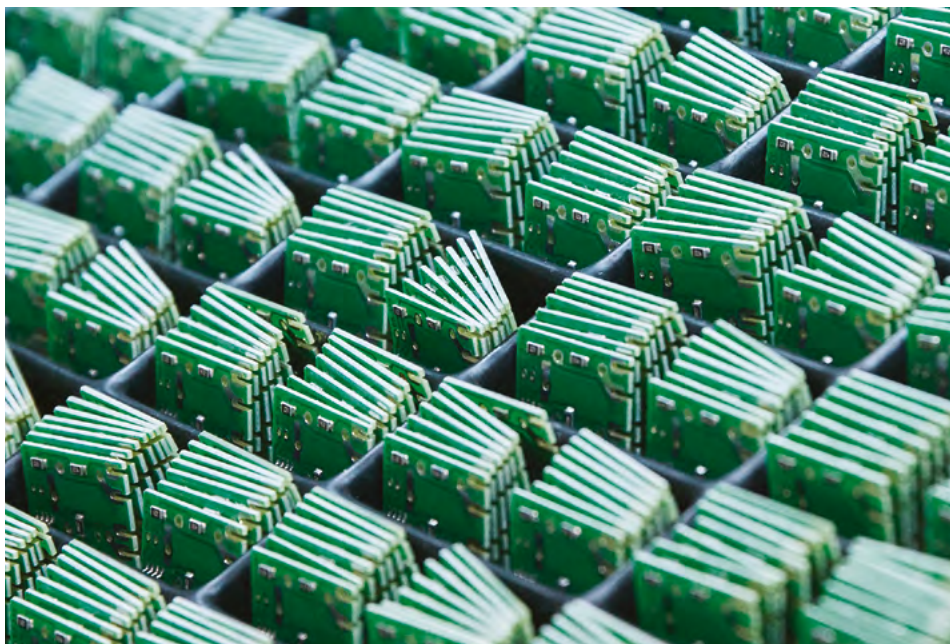
ЭУРУ — после сборки

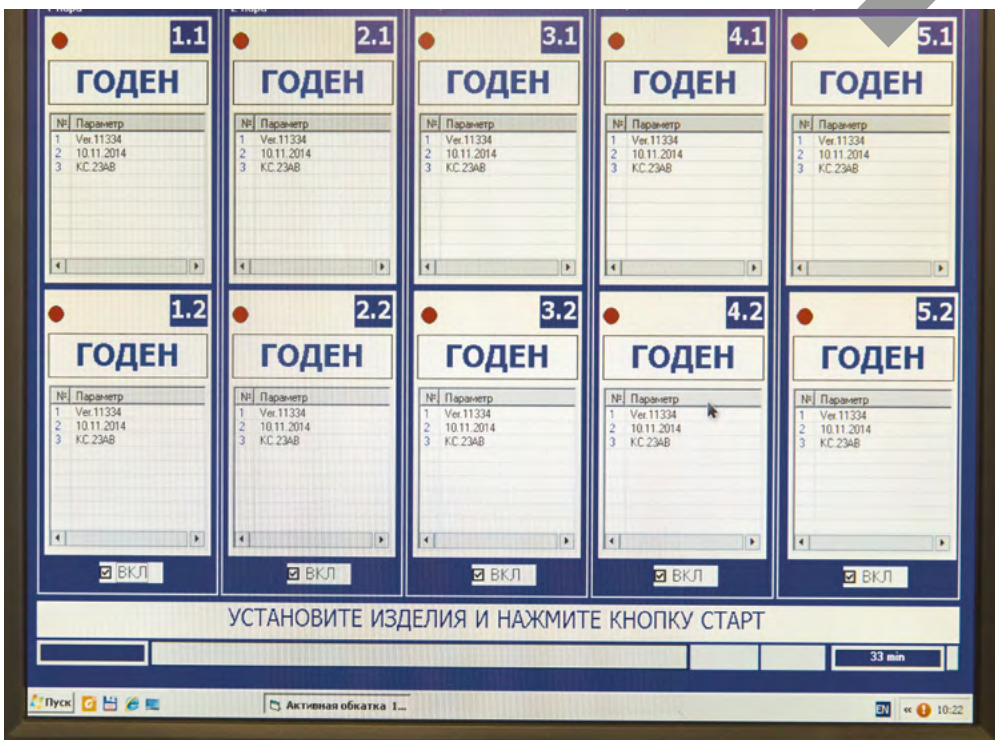
вития ПАО «АВТОВАЗ». Последние модели АВТОВАЗа — VESTA и X-RAY. Электроусилители для этих автомобилей представляют новый для нас уровень разработки с точки зрения технических характеристик, который полностью соответствует европейским автомобильным стандартам, включая стандарт функциональной безопасности ISO 26262. Благодаря слаженной работе команды мы смогли закончить проект и начать поставки усилителя на модель X-RAY CROSS в 2018 году, а в 2020-м начнем поставлять ЭУРУ на модельный ряд VESTA.

Для второго автомобильного гиганта России — КАМАЗа — у нас есть проект «Тахограф». Изделие серийно выпускается с 2015 года и содержит программно-аппаратное шифровальное (криптографическое) средство (СКЗИ). Тахограф ТЦА-02 НК разработан по требованиям европейских нормативно-технических документов (ЕСТР) и включен в перечень моделей тахографов, разрешенных к установке на транспортные средства, эксплуатируемые на территории РФ. В настоящий момент тахографы АО «Автоэлектроника» поставляются на конвейеры крупнейших российских автозаводов.



Еще одно приоритетное направление — развитие контрактного производства. В 2015 году нами заключено соглашение с компанией Clarion Japan и Hitachi Rus. По планам мы должны были собирать телематический модуль ЭРА-ГЛОНАСС (ТСU) с последующей реализацией его в компании Ford Sollers. Мы успешно провели первый этап по общей сборке, и в 2019 году должен был начаться второй этап сотрудничества — сборка полного цикла, для которой закуплено новое автоматизированное оборудование. К сожалению, в связи с уходом производства Ford с территории РФ нам придется искать других партнеров для изготовления продукции на заказ. Впрочем, это вполне выполнимо, поскольку «Автоэлектроника» уже имеет опыт выпуска высокотехнологичных изделий и сотрудничества с мировыми производителями, с одной стороны, а с другой — локализация является необходимым условием плана мероприятий по импортозамещению в отечественной автомобильной промышленности в соответствии со стратегией Минпромторга России. Мы уже серьезно проинвестировали этот проект за счет покупки современного оборудования. Установленная технологическая линия позволяет работать в режиме производства полного цикла, начиная от монтажа печатной платы и заканчивая получением готового изделия. Спектр выполнения операций: нанесение паяльной пасты, контроль паяльной пасты, монтаж радиокомпонентов, оплавление, автоматический и оптический контроль, рентген-контроль, селективная пайка, мойка. Уверены, что у нас есть достаточный опыт и рейтинг предприятия на индустриальной арене автопроизводителей в РФ, чтобы обеспечить себе новые контракты.





Процедура обкатки — функциональный контроль готовых изделий

— С чем вы связываете уход такого крупного заказчика, как Ford?

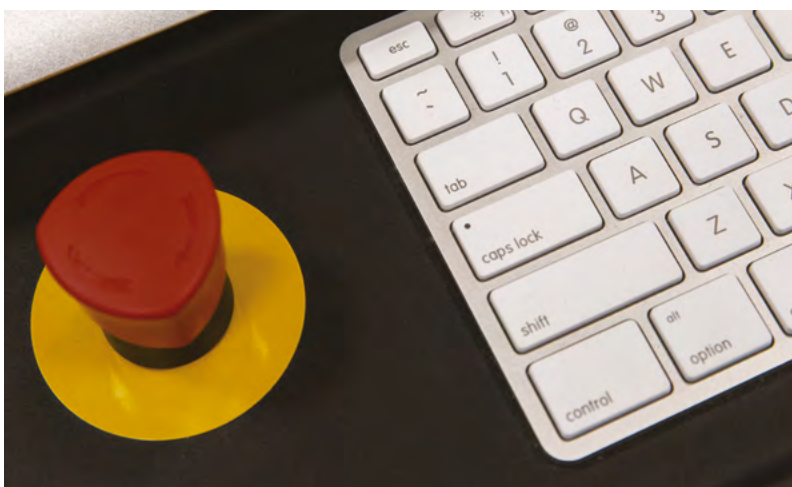
— Думаю, это последствия внешнеполитических баталий, санкционного давления и положения бизнеса марки на рынке не только России, но и Европы. Как показала практика, концепция продаж одинаковых автомобилей One Ford на совершенно разных рынках неэффективна и единого решения для всех не существует.

Уход Ford из России хоть и является для нас поводом для беспокойства, но и не такое переживали. Это серьезный индикатор того, что бизнес может не поспевать за рынком. В современных реалиях нужны новые гибкие механизмы управления и готовность к изменениям.

Нашей компании уже почти 30 лет, и мы прошли не один кризис. Мы понимаем, что любой кризис — это не только проблема, но и возможность. Возможность что-то разработать, пересмотреть подход, овладеть новыми навыками, то есть все то, что позволит выйти из сложной ситуации с новыми приобретениями. Именно такая философия позволяет развиваться и стабильно увеличивать объем продаж.

— А как вы можете охарактеризовать ваш рынок в целом? Не чувствуете «провисания»?

— Если мы говорим о рынке автокомпонентов в целом, то, конечно, с учетом снижения объема производства автомобилей в России спад неизбежен. Но, предполагая нестабильную ситуацию на рынке, мы вкладывали силы и средства в новые продукты, расширение ассортимента. И в итоге, даже с учетом ухода Ford, нам удается удерживать стабильные объемы. Сейчас идем даже с небольшим ростом — около 12–13 процентов (с Ford были бы все 30).



Например, в этом году мы рассматриваем варианты сотрудничества с компанией Volvo в рамках государственной программы локализации производства. Работа ведется по двум нашим продуктам — тахограф и ЭРА-ГЛОНАСС. А еще по одному основному продукту — электроусилитель рулевого управления — по результатам мониторинга рынка нас нашли иранские автопроизводители. А иранский рынок, между прочим, это 1,5 млн автомобилей.

Мы понимаем, что рассчитывать на увеличение объемов производства можно, если привлечь на наши площади крупных локальных и мировых игроков. В рамках расширения объемов контрактного производства идут переговоры с Valeo, Hitachi, NSK, JTEKT. С некоторыми уже подписаны меморандумы о сотрудничестве, с другими пока определяются направления нашего сотрудничества.

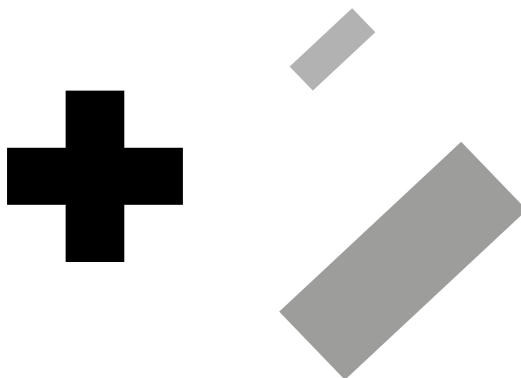
Если говорить о конкурентной среде в части основных наших изделий, то, с одной стороны, есть конкуренция, которая не позволяет расслабиться, с другой — конкурентов не так много и они известны. Есть мировые бренды, есть отечественные производители, и, следя за новинками друг друга, мы выводим свои продукты на новый уровень.

Иная ситуация в сегменте aftermarket. Наибольшую проблему для нас, и наверняка для других производителей тоже, представляют подделки китайских умельцев. Да, это неудобство, но не критичное, хотя и оттягивает силы на ведение разбирательств по поводу контрафакта и контрабанды и на продумывание новых методов защиты нашей продукции.

Мы готовы развиваться и искать новые решения в условиях конкуренции. Остается надеяться, что не будет каких-то глобальных внешнеполитических потрясений.



Полностью автоматическая гибкая высокоточная линия поверхностного монтажа



— Вы работаете в отрасли, где к продукции предъявляются особые требования по надежности. Как у вас решен вопрос с контролем качества и прохождением испытаний?

— Испытательная лаборатория в АО «Автоэлектроника» отвечает всем необходимым условиям выполнения измерений в закрепленной за ней области деятельности. Оснащение лаборатории позволяет проводить такие исследования, как:

- проверка внешнего вида, массы;
- испытания на теплостойкость и теплоустойчивость;
- испытания на холодостойкость;
- испытания на циклическое воздействие температур;
- испытания на влагостойкость;
- испытания на воздействие соляного тумана;
- проверка механической прочности выводов;
- испытания на вибро-ударопрочность;
- испытания на наработку.

Также мы проводим эксперименты, используя в качестве испытательной базы автопарк предприятия. Ставим на них свои усилители, реле, датчики. Это позволяет нам, не дожидаясь отзывов заказчика, наглядно увидеть, какие могут быть риски, проблемы. И оперативно внести исправления.

Ну и конечно, много внимания уделяется качеству на этапе сборки печатных плат. Мы используем автоматические измерительные 3D-системы Koh Young для контроля качества нанесения паяльной пасты и контроля печатного узла, а для проверки качества производственных процессов на участке инспекции предусмотрена система рентгеновского контроля Quadra 5.

Сущность процесса локализации заключается в стремлении зарубежных компаний обеспечить свои сборочные производства на территории России комплектующими российских производителей. Увеличение числа иностранных сборочных производств и глубины локализации способствует росту объемов заказов отечественным производителям, что в свою очередь обеспечивает как развитие производств территории, так и возможность преодоления зависимости экономики региона от импортных поставок.



Новейшая высокоэффективная система рентгеновского контроля Quadra 5 (производитель Nordson dage) для проверки собранных изделий на скрытые дефекты

— Руслан Рустамович, ваше предприятие одно из самых крупных в Калужской области, известной сосредоточением высокотехнологических производств. Есть ли у вас проблема кадрового голода и как вы ее решаете?

— Дефицит квалифицированного персонала, как среди рабочих, так и среди инженеров, — насущная проблема. Мы делаем ставку на активную кадровую политику, направленную на повышение уровня квалификации персонала, совершенствование системы мотивации и профессионального развития. Особое внимание уделяется обеспечению социальной защищенности сотрудников. В 2019 году, например, мы стали победителями IV региональной HR-премии «Работодатель года — 2018» в отрасли приборостроения и электроники.

В июне 2019 года предприятие участвовало в национальном проекте «Повышение производительности труда и поддержка занятости», который предусматривает реализацию мероприятий по повышению производительности труда и оптимизации бизнес-процессов.

Также мы принимаем участие в программе по переподготовке сотрудников предпенсионного возраста — направляем их на повышение квалификации и обучение новым специальностям. Это очень важная поддержка на уровне государства, потому что специфика автопрома требует постоянного обновления технических требований, усовершенствования знаний и навыков, и мы просто обязаны держать руку на пульсе.

Работа с молодыми специалистами является одним из приоритетных направлений кадровой политики.

«Автоэлектроника» тесно сотрудничает с учебными заведениями высшего и среднего профессионального образования: КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калужским техникумом электронных приборов, Калужским транспортно-технологическим техникумом им. А. Т. Карпова, Калужским техническим колледжем. Студенты проходят практику на наших производственных площадях и начинают свой трудовой путь уже в период обучения.

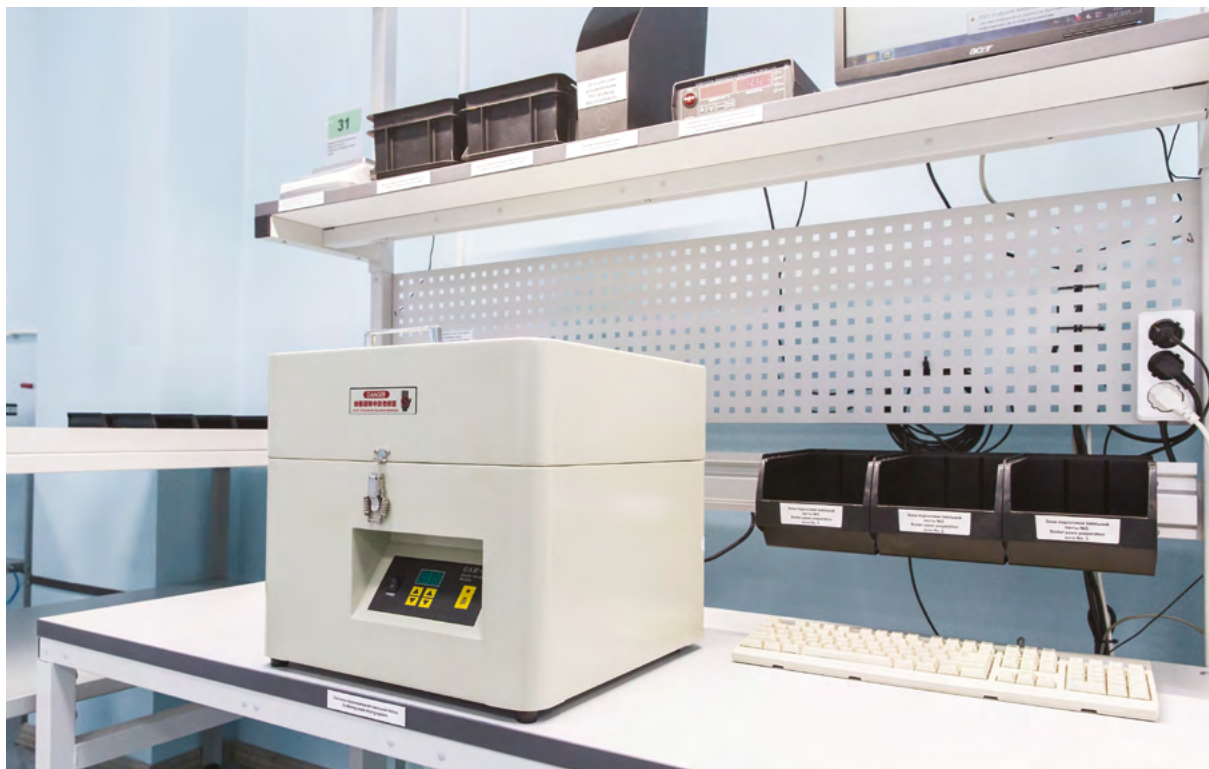
В наших планах и создание так называемой Фабрики процессов. Мы позаимствовали эту идею у коллег и хотим распространить ее у себя. Суть Фабрики в том, что любой человек, даже без опыта работы, может поучаствовать в производственном процессе и после этого поделиться своими впечатлениями, предложениями по оптимизации.



Koh Young Zenith Lite — автоматическая измерительная 3D-система для обнаружения дефектов, сбора данных и статистического анализа







Рабочее место на участке подготовки производства



Автоматизированная система отмывки трафаретов N29Auto (производитель MBTech)



Высокопроизводительная линия селективной пайки Synchrondex (производитель Pillarhouse)

— Какие еще цели стоят перед предприятием?

— Основная задача — непрерывное развитие. Эта сжатая формулировка подразумевает очень многое. Разработки новых проектов и борьба за стабильность производственного процесса. Налаживание взаимоотношений с иностранными автосборочными предприятиями и крупными локальными производителями. Работа с создающимися сейчас едиными центрами разработок. Рост благосостояния сотрудников. Поиск новых решений и нестандартных подходов.

Хочу подчеркнуть: электронная (интеллектуальная) компонента в современном автомобиле все больше увеличивается и составляет значительную часть его стоимости. Так что пути для развития, безусловно, есть.

## Комментарий специалиста



Дмитрий Иванов,  
коммерческий директор АО  
«Диполь Технологии»

Данный проект начал свое развитие с выставки «Экспоэлектроника» в 2016 году. Тогда на стенде «Диполя» мы встретились со специалистами компании «Автоэлектроника» и узнали о стоящих перед ними задачах по расширению производственных мощностей. Сразу после окончания выставки была создана рабочая группа, и началась всесторонняя проработка проекта. Надо отметить, что задачу нам предстояло реализовать масштабную и отнюдь не тривиальную. Было необходимо разработать проект комплексного технического перевооружения крупного предприятия под выпуск новых изделий, и при этом наше предложение должно было оказаться лучше решений многочисленных компаний-конкурентов. Следовало учесть и то, что конечным заказчиком изделия выступала японская компания Clarion — требования к подбору технологий, оборудования, оснастки предъявлялись самые жесткие.

В том же году заказчик сделал выбор в пользу нашей компании, предложившей оптимальное решение, максимально соответствующее поставленным задачам. Пра-



Интеллектуальные автоматизированные системы хранения SMD Tower (производитель Mycronix)

ктически весь следующий год ушел на различные согласования, был подписан контракт, и началась основная фаза реализации проекта.

Возвращаясь к задачам, хотелось бы отметить, что основными из них были высокая скорость, достаточная для сборки массового продукта, высокая точность, максимальная гибкость, контроль на каждом этапе и полная прослеживаемость вплоть до уровня каждого установленного компонента. Если весь технологический цикл сборки нового изделия разбить на этапы, то компанией «Диполь» были оснащены под ключ следующие из них:

- Линия поверхностного монтажа на базе пары установщиков Mycronix серии DX, которые отличает «скорострельность» в совокупности с высокой точностью и максимальной гибкостью, позволяющей осуществить переналадку на следующее изделие за минуты. Данная линия также оснащена двумя автоматическими измерительными 3D-системами Koh

Young для контроля качества нанесения паяльной пасты и контроля печатного узла после процесса пайки, высокоэффективной девятизонной конвекционной печью Heller. Линия контролируется с помощью интеллектуального программного комплекса, который управляет всеми этапами: подготовка производства, переналадка, прослеживаемость, аналитика.

- Участок отмывки трафаретов представлен полностью автоматической отмывочной машиной MBTech N29Auto, работающей по замкнутому циклу.
- Участок штыревого монтажа оснащен высокоскоростной модульной системой селективной пайки Synchronodex от компании Pillarhouse. Помимо высокого качества пайки, преимущество данной системы определяется ее конструкцией. Фактически установка может расти вместе с увеличивающимися объемами производства путем добавления дополнительных модулей.
- Участок инспекции оснащен системой

рентгеновского контроля Quadra 5 от компании Nordson DAGE. Данная система показывает лучшее в своем классе качество изображения за счет точного распознавания всех компонентов и деталей рисунка размером до 100 нм.

- Участок хранения комплектации оснащен пятью полностью автоматическими системами хранения Mycronix SMD Tower 8000. Общее количество хранимых в защищенной атмосфере катушек с SMD-компонентами — 5740 штук. Необходимо отметить, что такие системы хранения работают в единой информационной среде с линией поверхностного монтажа, осуществляя выдачу нужного компонента при его окончании на линии, получая информацию о количестве израсходованных компонентов.

Все участки оснащены промышленной мебелью VIKING, производимой компанией «Диполь» и занимающей лидирующие позиции на российском рынке.

Калуга — город в европейской части России, административный центр Калужской области, впервые упоминается в грамоте литовского князя Ольгерда в 1371 году. Расположен на берегах Оки, в 160 км к юго-западу от центра Москвы. Население — 340 тысяч человек. Бурное строительство промышленных производств началось в городе в годы советской власти. В период первых пятилеток и особенно в послевоенные годы в Калуге появились и начали выпускать свою промышленную продукцию многие флагманы отечественного машиностроения, такие предприятия, как Калужский машиностроительный завод, Завод транспортного машиностроения им. Тельмана, Калужский турбинный завод, Завод путевых ремонтных машин (ныне филиал РАО «Российские железные дороги»), Калужский электромеханический завод, Калужский завод автомотоэлектрооборудования, Калужский моторостроительный завод, завод «Тайфун» и другие. Практически все они и сегодня остаются градообразующими предприятиями Калуги.



Материал подготовил Алексей Смышляев, главный редактор журнала «Эксперт +», компания «Диполь»

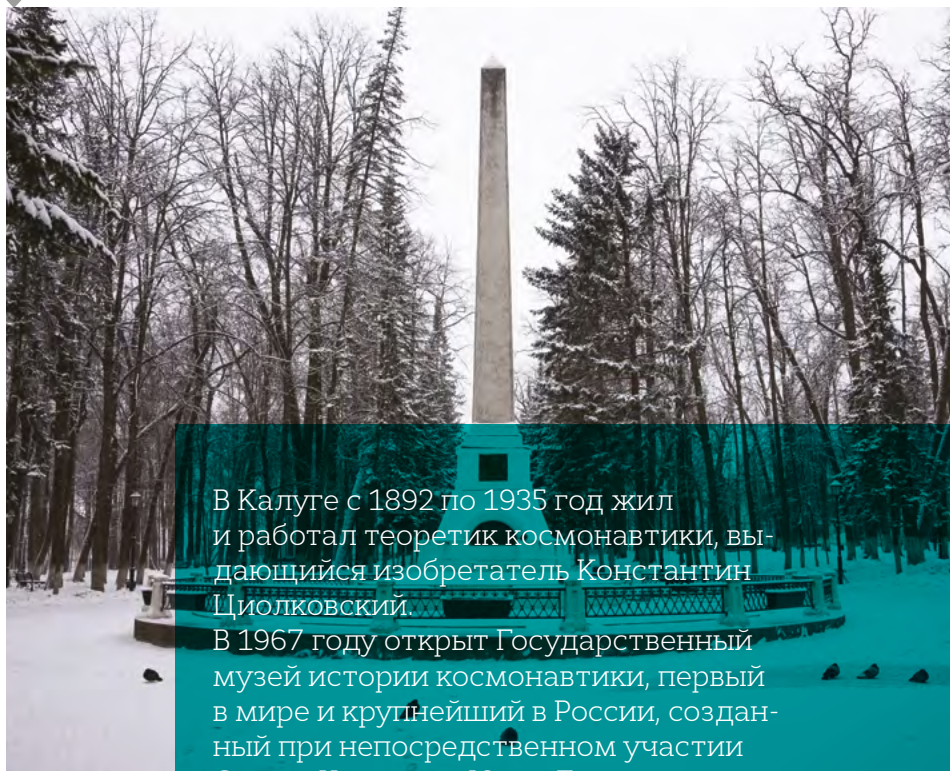




Калуга является территорией с высоким научным потенциалом. Наука представлена более чем десятью академическими, вузовскими и отраслевыми институтами и организациями. Среди них — Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана; Калужский филиал Всероссийского заочного финансово-экономического института; Калужский государственный педагогический университет им. К. Э. Циолковского и другие. Ежегодно выпускаются более 4000 специалистов с высшим образованием и более 3000 специалистов со средним специальным образованием.



Фото: Алексей Смышляев



В Калуге с 1892 по 1935 год жил и работал теоретик космонавтики, выдающийся изобретатель Константин Циолковский.

В 1967 году открыт Государственный музей истории космонавтики, первый в мире и крупнейший в России, созданный при непосредственном участии Сергея Королева, Юрия Гагарина и других космонавтов СССР.

# ТЕХНО- ЛОГИИ, ПРИБЛИ- ЖАЮЩИЕ БУДУЩЕЕ

В работе очередного Петербургского международного экономического форума — ПМЭФ-2019 — приняло участие беспрецедентное количество ведущих представителей делового мирового сообщества — более 19 000 человек из 145 стран мира. Масштабность Форума подтвердило участие свыше 3500 российских и иностранных компаний, из них более 570 иностранных и свыше 1800 российских компаний были представлены на уровне руководителей. ПМЭФ-2019 проходил под ключевым девизом «Формируя повестку устойчивого развития», его деловая программа включила 230 мероприятий, а один из ее четырех тематических блоков носил название «Технологии, приближающие будущее». Эксперты, пред-

ставители бизнеса и власти, обсуждая обеспечение мировой конкурентоспособности российской экономики, вели дискуссии по таким вопросам, как стимулирование создания новых производств и бизнесов, поддержание макроэкономической стабильности, снижение административного и силового давления на бизнес. Участники сошлись во мнении, что основу устойчивого развития составляют цифровизация и трансформация технологического уклада, равно как и бизнес играет ключевую роль в достижении этих целей.

Представители компании «Диполь» приняли участие в работе ПМЭФ, и мы хотим поделиться мнениями экспертов, отмеченными на площадках Форума.



SPIEF'19 ПМЭФ'19

# ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ

РОСКОНГРЕСС  
Пресс-транс-Глоб-Альянс

6-8  
ИЮНЯ

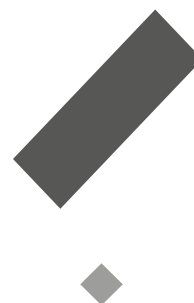


ПМЭФ'19  
ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ

FORUMSPB.COM





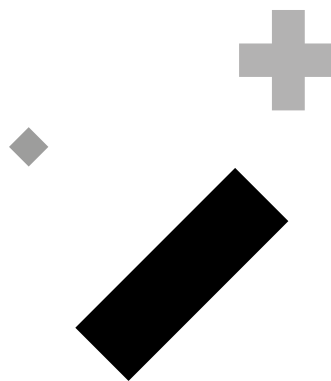




# ФОРМИРУЯ ИНДУСТРИЮ БУДУЩЕГО. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

---

В России стоит задача по увеличению показателя объема несырьевого неэнергетического экспорта до \$250 млрд в год к 2024 году. Ключевым инструментом для ее выполнения видится цифровая трансформация промышленности, результатом которой станет повышение конкурентоспособности российского производства и его интеграция в глобальные товарные цепочки. Второй ожидаемый результат цифровизации связан с увеличением производительности труда. В современной России она составляет порядка \$26 в час, что втрое меньше, чем в Германии и США, и вдвое ниже, чем в среднем по ОЭСР. Является ли цифровая трансформация компаний — производителей конечной продукции основанием для цифровизации всех участников производственных цепочек? Станет ли опыт трансформации производства успешных российских компаний основой для общей политики цифрового преобразования отечественной промышленности, которая в настоящий момент только формируется?



## КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ

---



ВИКТОР ВЕКСЕЛЬБЕРГ, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ, ФОНД «СКОЛКОВО»; ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ, ГК «РЕНОВА»:

— Мы столкнулись с тем, что есть юридические сложности с воплощением разработок в жизнь. Приходится вступать в сложный диалог с правоохранительными органами. Мы все должны будем решать очень сложную проблему — создание новой регуляторной базы, способствующей продвижению новых технологических решений. На сегодня нашему фонду удалось продвинуть лишь два закона более чем из тридцати разработанных. А всего их нужно около ста!

Создание среды и условий — это чрезвычайно важная задача, которую нам всем придется решать. Нужна нормативная поддержка.



ВЛАДИМИР ПОТАНИН, ПРЕЗИДЕНТ, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРАВЛЕНИЯ, ПАО «ГМК „НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ“»:

— Во-первых, цифровые технологии открывают возможность для децентрализованного учета и децентрализованных форм управления. Во-вторых, в оцифрованном виде товары и услуги начинают жить «облачной» жизнью. Иногда возникает впечатление, что сами товары и услуги начинают стоить дешевле, чем информация о них. Появляется возможность использовать оцифрованный вид для последующей токенизации, то есть введения в оборот не самих товаров и услуг, а их электронных символов. Такой оборот, вероятно, будет проще, дешевле и прозрачнее, а также потенциально откроет путь к получению финансирования за счет токенов, обеспеченных реальными товарами.

Кроме того, существуя в оцифрованной форме, различные технологические, управленческие или логистические решения позволяют улучшать алгоритмы за счет анализа большого объема данных. Немалый плюс еще и в том, что цифровые формы позволяют компаниям достаточно быстро обмениваться такими решениями, что дополнительно ускоряет цифровизацию и укрупняет поток информации.

Основным драйвером нашего развития в ближайшее время, несомненно, будет применение цифровых технологий во всех областях жизни, в том числе в промышленных компаниях.





ВЛАДИМИР ДМИТРИЕВ, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР, АО «КОНЦЕРН «КАЛАШНИКОВ»:

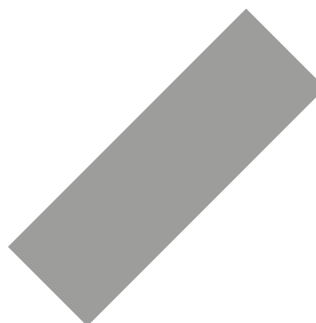
— Главная задача цифровизации — экономия времени и ресурсов на разработке продуктов, максимальное сокращение времени между осознанием маркетингом потребностей и предоставлением конструктором цифровой модели.

Одна из важных проблем, требующих решения, — подготовка кадров, большая часть которых еще не готова работать с цифровыми технологиями.



ЯН ВАН ТЕТЕРИНГ, СТАРШИЙ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ПО ЕВРОПЕ, NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS:

— Мы должны полностью автоматизировать весь жизненный цикл продукции. Необходима целостная картина. Это один из уроков, который мы извлекаем из цифровизации: не нужно делать вещи в изоляции, надо смотреть на весь процесс в комплексе — от НИОКР до утилизации оборудования, когда это потребуется.



# ЧТО НАС ЖДЕТ В ЦИФРОВОМ БУДУЩЕМ

Цифровизация влечет за собой фундаментальные преобразования во всех сферах жизни и деятельности человека. Интенсивно растущий объем информации определяет спрос на технологии искусственного интеллекта и высокоскоростной обработки больших данных. Технологии не только становятся двигателем развития новых рынков, но и обретают важные

социальные роли, внося значимый вклад в решение глобальных проблем, таких как старение населения, борьба с болезнями, социальное расслоение, ухудшение состояния окружающей среды. Постепенно формируется «умное» общество, базирующееся на ценностях, ориентированных на человека, гибкости, креативности. Как цифровизация поможет преодолеть

глобальные вызовы и угрозы? Каковы риски «цифрового» неравенства для бизнеса и общества? Как под влиянием цифровизации меняются бизнес-процессы, какие болевые точки она помогает преодолевать? Как обеспечить «цифровую» конкурентоспособность регионов? Как государство может поддерживать становление цифровой экономики?

## КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ



ХОСЕ ЛУИС КОРДЕЙРО, ПРОФЕССОР УНИВЕРСИТЕТА СИНГУЛЯРНОСТИ (США), АВТОР БЕСТСЕЛЛЕРА «СМЕРТЬ СМЕРТИ»:

— Мы живем в самое невероятное время в истории — начинается постчеловеческий век развития, век сверхлюдей, у которых будет больше способностей, чем у нас.

Путь от перфокарты до флэшки 128 Гбит человечество прошло за 30 лет, так что, возможно, еще через 30 лет та-

кая флэшка будет находиться у нас в голове, и ее уже не потеряешь. Мозг будет подключен к облачным вычислениям, и человечество преодолеет ограничения природного интеллекта.

Мы сможем общаться телепатически. Открывая рот, мы передаем лишь незначительную часть информации, которая находится у нас в голове. Урок можно будет провести за секунду, потому что информация передастся мгновенно — из мозга в мозг.



ЛЕОНИД ГОХБЕРГ, ПЕРВЫЙ ПРОРЕКТОР, ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА СТАТИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ, НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»:

— Есть два ключевых игрока в сфере цифровых технологий: население и компании. От их поведения и мотиваций будет зависеть успех построения цифровой экономики.

Исследователи оценили уровень цифровизации предприятий высокотехнологичных секторов экономики, а также наличие там передовых производственных технологий и передовых практик менеджмента. Оказалось, что идеальному образцу соответствуют лишь 12% предприятий. 44% предприятий (в ряде секторов — 50–60%) не обладают ни одним из этих трех признаков. Таким образом, в российской экономике остается большой анклав предприятий, постепенно утрачивающих работоспособность и формирующих «экономику незнания».

Согласно результатам исследований, лишь 11% населения обладает продвинутыми навыками в сфере IT.

Среди занятых в экономике работников 45% вообще не пользуются компьютерами, и это серьезный вызов для общества и бизнеса.

Люди ждут реальных прорывов в сфере цифровизации, однако сегодня налицо риски нарастания цифрового неравенства. При этом инструменты государственной политики — это, прежде всего, бюджетные вливания. Для частных инвестиций и предпринимательских инициатив в области цифровизации нужны стимулы.



ОЗДЧАН САРИТАС, ПРОФЕССОР НИУ ВШЭ, ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА FORESIGHT:

— Когда-нибудь люди смогут определять, что случится с планетой, если не будут приняты те или иные действия. Искусственный интеллект начнет не просто управлять машинами, но и предотвращать ДТП, а на промышленном производстве все чаще будут использоваться индустриальных роботов.



АЛЕКСАНДР ВЕДЯХИН, ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВЛЕНИЯ СБЕРБАНКА:

— Уже сегодня искусственный интеллект трансформирует работу в банковском секторе. Там, где мы его применяем, не менее чем на 30% сокращаются издержки или увеличиваются доходы.

Цифровизация напоминает волшебный соус — добавляешь его, и блюда улучшаются.

# ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ЛИДЕРЫ БУДУЩЕГО. КТО ОНИ?

Индустриальные лидеры будущего — это компании, которые действуют в традиционных отраслях экономики и при этом начали активный процесс трансформации всего бизнеса с целью создания дополнительных источников ценности. Они действуют в разных секторах, имеют разные стратегии, однако их объединяют общие характерные черты. Каковы подходы индустриальных лидеров будущего к развитию человеческого капитала? Какие методы позволяют им задавать новые отраслевые стандарты показателей операционной и финансовой эффективности? Какой подход к инновационному сотрудничеству используют лидеры? Является ли модернизация оборудования ключевым требованием для компании — индустриального лидера? Как индустриальные лидеры будущего взаимодействуют с клиентами?

## КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ



КИРИЛЛ КРАВЧЕНКО, ЧЛЕН ПРАВЛЕНИЯ, ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ПАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ»:

— Мы для себя определили, что трансформация — это многогранный процесс, и для себя выделили четыре основные грани. Первая грань — это операционная эффективность. Унификация процессов по достаточно четким, ясным критериям дает дополнительный эффект. Вторая грань — цифровая трансформация, управление данными. Третий эффект — культурная трансформация. Это новые культурные ценности, новая модель поведения лидеров, когда люди сами подают идеи, вовлекаются, мотивируют. Четвертая грань — организационная. Это гибкие команды, измененные процессы, проектный подход и создание новой экосистемы, где количество наших партнеров, внешних и внутренних, в десятки раз больше, чем десять лет назад.





ДЕНИС МАНТУРОВ, МИНИСТР  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ:

— Задача достижения технологического лидерства требует комплексного подхода. Чрезвычайно важная задача — донести до каждого из предпринимателей необходимость внедрения новых систем управления как элемента цифровизации. Что касается инструментов поддержки, у нас их сегодня достаточно. Но масштабный процесс пока не начался.



ДМИТРИЙ КОНОВ, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРАВЛЕНИЯ ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ»:

— Необходимо изменение привычных схем принятия решений. По любой цифровой трансформации необходимо быстрое принятие решений на промежуточных этапах. Если ожидать окончания всего проекта всей трансформации при достаточно быстро изменяющихся условиях, то дойти до конца невозможно.



АВЕТИК ЧАЛАБЯН, СТАРШИЙ  
ПАРТНЕР MCKINSEY & COMPANY:

— Мир стоит на пороге новой технологической революции. Индустриальные лидеры будущего перешли из состояния, когда пилотируются разные, отдельно взятые проекты и отдельно взятые инициативы, в состояние, когда эти технологии масштабируются, причем масштабируется не только внедрение этих технологий, но и изменение управленческой системы, которая позволяет компаниям работать в новом режиме массового функционирования таких технологий. Мы идентифицировали три блока этих технологий: сетевая интеграция, которая позволяет связать организации и практически все агрегаты, людей, процессы через систему обмена данными; это технологии искусственного интеллекта, которые включают цифровизацию; это технологии гибкой автоматизации. Данные технологии позволили начать тот прорыв, который называется индустриальной революцией. Прошлые индустриальные революции изменили облик промышленности, и у нас есть ожидание, что то, что произойдет сейчас, тоже изменит облик индустрии. Мы находимся в начале этого пути.



АЛЕКСАНДР ШЕВЕЛЕВ, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР АО «СЕВЕРСТАЛЬ МЕНЕДЖМЕНТ»:

— Требуется активное внедрение новых технологий и изменение подхода к управлению.

Нужно использовать возможности «Индустрии 4.0» (прогнозируемое массовое внедрение киберфизических систем в производство), такие как искусственный интеллект, «большие данные» и так далее. Но важно, что и компания должна менять свои бизнес-процессы.



АЛЕКСЕЙ ИВАНОВ, СТАРШИЙ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ПО КОММЕРЦИИ И РАЗВИТИЮ БИЗНЕСА КОМПАНИИ «ЕВРАЗ»:

— Наш рецепт состоит из трех компонентов. Это продуманная модернизация производства, использование уже зарекомендовавших себя цифровых решений в индустрии и, безусловно, культурная трансформация, инвестиции в человеческий капитал.



РОУЗ СКУЛЕР, ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ СБЫТА И МАРКЕТИНГА, ГЛАВНЫЙ МЕНЕДЖЕР ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ DATA CENTER GROUP КОРПОРАЦИИ INTEL CORPORATION:

— «Умное производство» — мы не можем добиться этого, пока все наше оборудование не будет соединено. Это шаг номер один. Следующий шаг — это данные, которые накапливаются: здесь уже можно развивать бизнес-аналитику и использовать специальные инструменты. Шаг номер три — это автоматизация и роботизация.

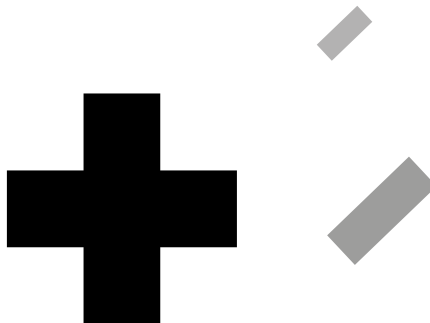


Фото: Алексей Смышляев, Photo.roscongress.org, Tass.ru, Forumspb2019.tassphoto.com, Issek.hse.ru, Ugra-tv.ru, hse.ru, Nunorbmartins.com, Businessfm.spb.ru





## Системы МУС Защита изделий — это просто

- ✓ Быстрое нанесение материала со стабильными результатами
- ✓ Автоматическая смена рисунка нанесения
- ✓ Гибкое управление работой системы по разным осям
- ✓ Всеобъемлющий контроль параметров процесса для достижения высокого качества
- ✓ Выбор программы нанесения простым считыванием штрих-кода

### Высокоточная платформа

MYC50 — это высокопроизводительная система для нанесения защитных покрытий, которая обеспечивает безостановочную работу крупносерийного производства. Благодаря прочной конструкции рамы и системы перемещения, производители получили идеальное сочетание скорости и точности с бесконечными возможностями нанесения защитных покрытий.

# PRODUCTRONICA НАБИРАЕТ ОБОРОТЫ

В середине ноября в немецком Мюнхене в очередной раз прошла Международная выставка электроники, технологий, оборудования, материалов и компонентов для производства электроники — Productronica-2019. Компания «Диполь» более десяти лет постоянно участвует в этом крупнейшем отраслевом событии, демонстрируя промышленную и антистатическую мебель VIKING, антистатическое оснащение VKG Tools, а в последние годы — еще и линейку шкафов сухого хранения DC.

Согласно отчету организаторов, в этом году в девяти павильонах Messe München разместилось более 1500 компаний из 44 стран, а посетили выставку около 44 000 человек из 96 стран. Наибольшее количество гостей приехало из Германии, Италии, Австрии, Швейцарии, Франции, России, Великобритании и Чехии. Falk Senger, управляющий директор Messe München, компании-организатора, так оценил прошедшее мероприятие: «Помимо мировых премьер от компаний Fuji Europe и Posalux, мы были рады отметить увеличение количества участников и посетителей, а также выставочных площадей. Productronica в очередной раз показала свое значение как самая важная выставка для производства электроники».

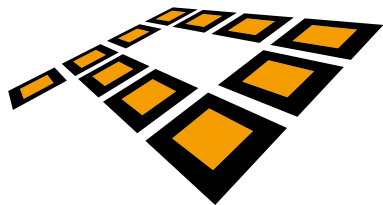
Наибольший интерес у посетителей стенда промышленной мебели VIKING вызвала обновленная линейка шкафов сухого хранения серии DC. Данное обо-

рудование создано для обеспечения ультранизких значений относительной влажности, что необходимо для хранения влагочувствительных компонентов и материалов, электрорадиоэлементов, печатных плат, пластин, кассет, электронных модулей и других изделий радиоэлектронной техники. В числе прочих нужных для хранения чувствительных компонентов опций в новых шкафах сухого хранения реализована система внутренней светодиодной подсветки, которая позволяет моментально оценить текущий режим работы и актуальное состояние шкафа.

Кроме того, на Productronica-2019 впервые был представлен новый стол серии «Сигма Электрик» — рабочее место на автоматическом подъемнике, имеющее расширенный диапазон изменения высоты в пределах 635–1285 см от пола и возможность удаленного управления регулировкой столешницы.







# productronica




Также на нашем стенде демонстрировались уже знакомые российским и европейским профессионалам рабочие столы различных серий в антистатическом и общепромышленном исполнении, антистатические стулья, подкатные столы, системы хранения и различные виды аксессуаров для дополнительного оснащения рабочих мест.

Промышленная мебель VIKING и шкафы сухого хранения, помимо основного стенда компании «Диполь», экспонировались и на стенде нашего европейского дистрибьютора, компании EUROSTAT GROUP, также демонстрировавшей антистатическое оснащение собственного производства.



Промышленная мебель и шкаф сухого хранения VIKING на стенде одного из наших европейских партнеров, компании Eurostat group

На нашем стенде в этом году работали сотрудники головного офиса из Санкт-Петербурга и европейского представительства компании в Чехии, которое сотрудничает с европейскими дистрибьюторами торговой марки и координирует работу склада. Не без гордости хочется отметить, что значительный интерес к промышленной и антистатической мебели VIKING был проявлен со стороны очень широкого круга посетителей выставки: это были представители большинства стран Европейского союза — от Финляндии и Ирландии до Португалии и Греции, а также специалисты отрасли с Ближнего Востока, Азии и Северной Америки. 





#### САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Россия,  
197101, Санкт-Петербург,  
ул. Рентгена, д. 5, корпус Б

Тел./факс: (812) 702-12-66  
E-mail: [info@dipaul.ru](mailto:info@dipaul.ru)

#### МОСКВА

Россия,  
127322, Москва,  
Огородный проезд, д. 20, стр. 1

Тел./факс: (495) 645-20-02  
E-mail: [msk@dipaul.ru](mailto:msk@dipaul.ru)

#### ЕКАТЕРИНБУРГ

Россия,  
620100, Екатеринбург,  
Сибирский тракт 12, стр. 2, офис 207

Тел./факс: (343) 227-12-66  
E-mail: [ekb@dipaul.ru](mailto:ekb@dipaul.ru)

#### НИЖНИЙ НОВГОРОД

Россия,  
603000, Нижний Новгород,  
ул. Решетниковская, д. 4, офис 403

Тел./факс: (831) 464-97-27  
E-mail: [nnov@dipaul.ru](mailto:nnov@dipaul.ru)

#### ПРАГА

Czech Republic,  
150 00 Prague 5,  
Plzenska 155/113

Tel./fax: +420-2-5573-9633  
E-mail: [info@dipaul.eu](mailto:info@dipaul.eu)



[expert@dipaul.ru](mailto:expert@dipaul.ru)  
[www.dipaul.ru](http://www.dipaul.ru)

**ЭКСПЕРТ+**  
ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ