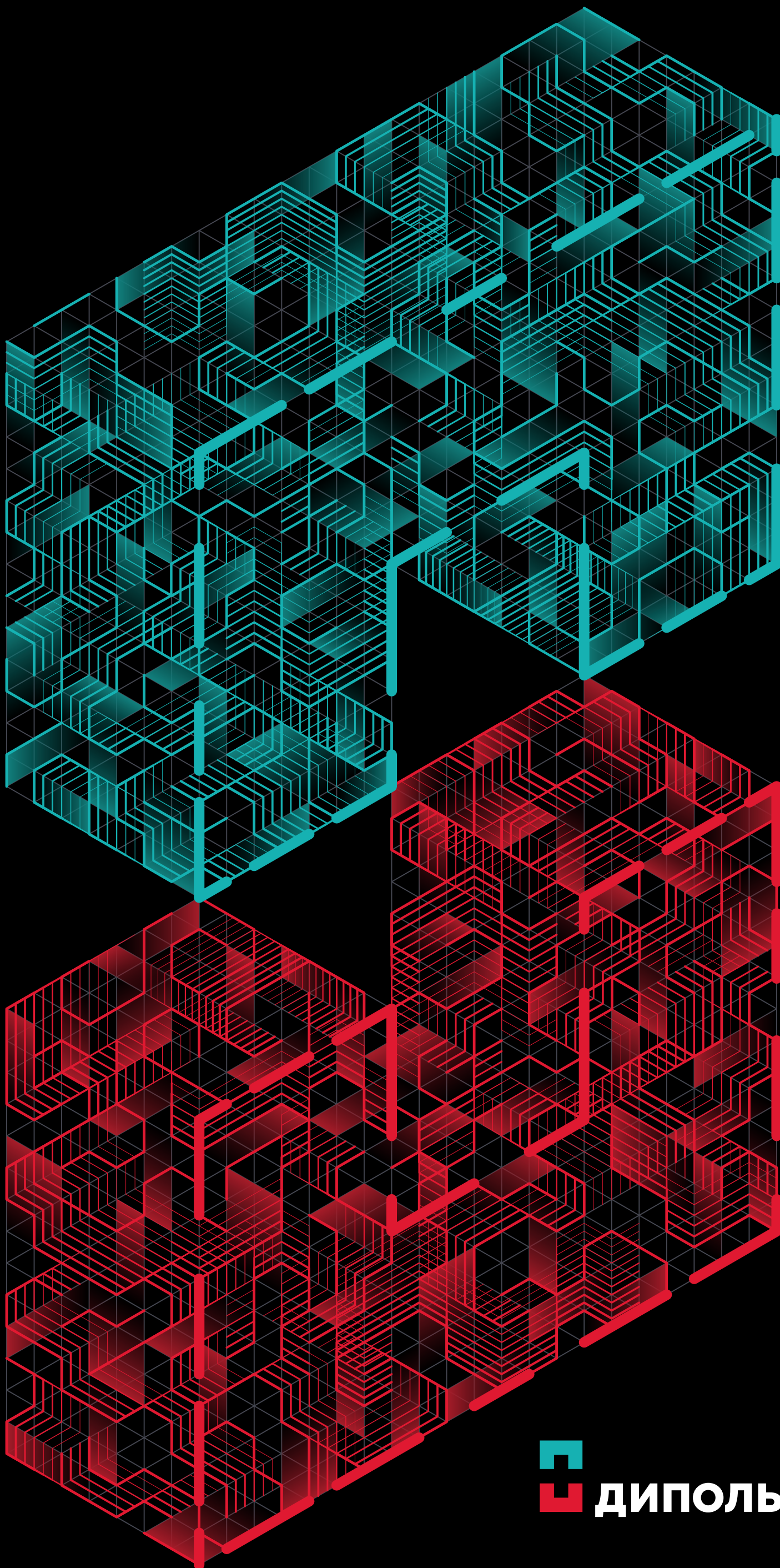


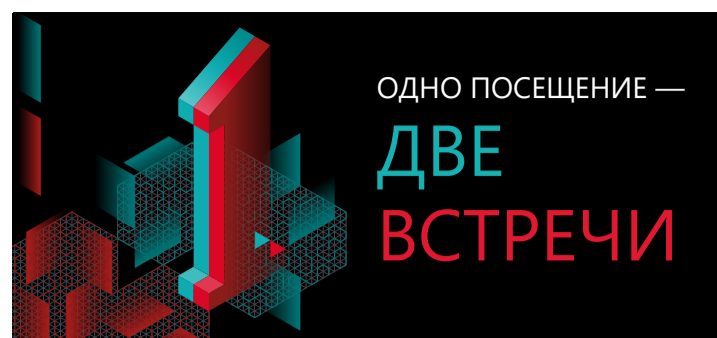
ИЮНЬ | 2023 | №1

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДАЙДЖЕСТ

# ЭКСПЕРТ+



 ДИПОЛЬ



## ОДНО ПОСЕЩЕНИЕ — ДВЕ ВСТРЕЧИ

В этом году две крупные выставки «ExpoElectronica» и «Аналитика Экспо» прошли в одно время под общей крышей МВЦ «Крокус Экспо». Компания «Диполь» приняла участие в обоих отраслевых мероприятиях.

С 11 по 13 апреля ежегодная 25-я Международная выставка ExpoElectronica-2023 познакомила посетителей с компонентами и технологиями, материалами и оборудованием, встраиваемыми системами и конечными решениями для производства электроники.

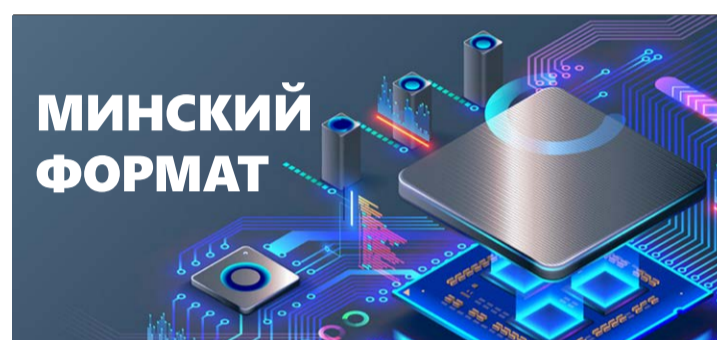
В это же время, с 11 по 14 апреля, в соседнем зале проходила 21-я межотраслевая выставка лабораторного оборудования и химических реактивов «Аналитика Экспо».

[Подробнее](#)


## КОМПАКТНОСТЬ ШИРОКОГО ДИАПАЗОНА

Новое слово Itech Electronic — прецизионные источники-измерители (SMU) серии IT2800.

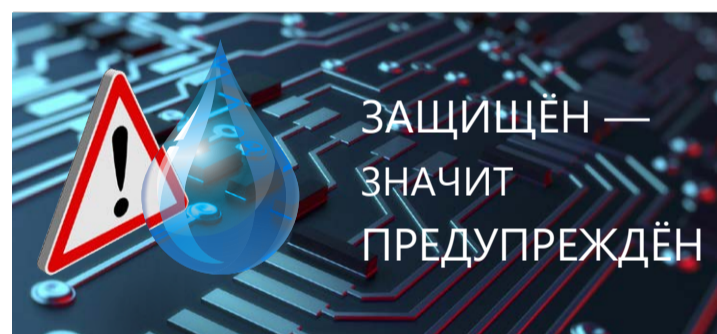
Itech Electronic расширяет линейку измерительных приборов. В дополнение к источникам питания и электронным нагрузкам постоянного и переменного тока предлагаются прецизионные источники-измерители (SMU) серии IT2800.

[Подробнее](#)


## МИНСКИЙ ФОРМАТ

Компания «Диполь» провела Международный научно-практический семинар «Современные возможности в производстве электроники: технологии, оборудование, материалы».

Мероприятие, проходившее 31 мая в Минске, охватило широкий круг вопросов, связанных с организацией производства электроники в современных условиях.

[Подробнее](#)


## ЗАЩИЩЁН — ЗНАЧИТ ПРЕДУПРЕЖДЁН

«Диполь» продолжает серию образовательных мероприятий.

С 4 по 6 апреля в Санкт-Петербурге эксперты компании провели тренинг «Технология отмытки и влагозащита печатных узлов».

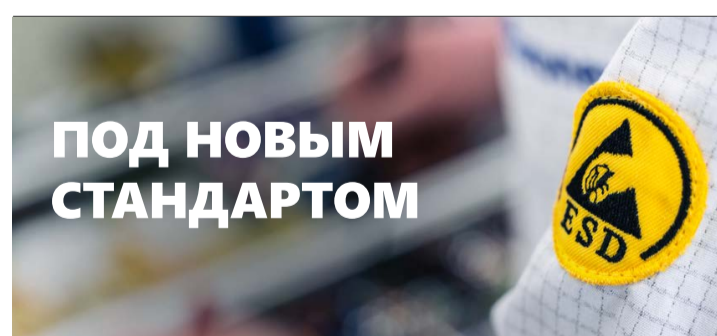
Программа тренинга основана на многолетних наблюдениях за технологиями и процедурами отмытки, проведенных руководителями и технологами радиоэлектронных производств. Благодаря этим знаниям специалисты предприятий смогут избежать ошибок, связанных с процессами отмытки и влагозащиты печатных узлов.

[Подробнее](#)


## ОЦЕНИВАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

Технические средства для межлабораторных сличений при измерениях вносимых помех в бортовое электропитание.

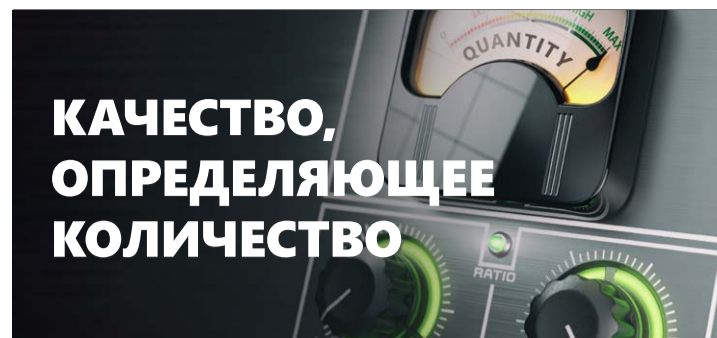
В рамках испытаний электромагнитной совместимости (ЭМС) технических средств (ТС) в части вносимых искажений в линии питания для межлабораторных сличений может применяться программируемый источник питания (ПИП). Выходное напряжение ПИП с внесенными известными искажениями по гармоникам, изменениям и колебаниям напряжения, а также с заданным фликером используется как стабильная мера физической величины, предназначенная для оценки погрешности испытательной лаборатории.

[Подробнее](#)


## ПОД НОВЫМ СТАНДАРТОМ

Компания «Диполь» провела межрегиональный научно-практический семинар по электростатической защите электронных устройств.

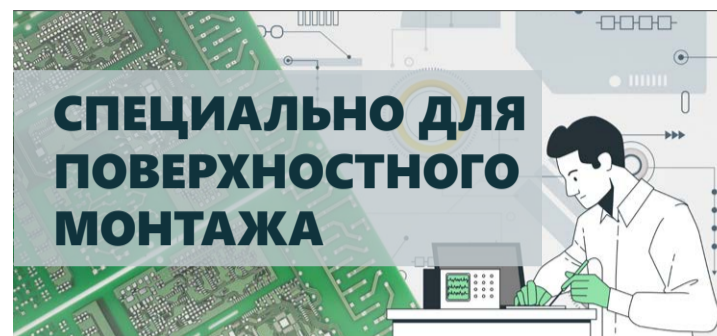
Мероприятие под названием «Требования новых стандартов по антистатической защите электронных и приборных производств», прошедшее 31 мая в Москве, организовано совместно с Федеральным агентством по технической регуляции и метрологии.

[Подробнее](#)


## КАЧЕСТВО, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО

Актуальные методы контроля качества при проведении монтажа электронных компонентов.

Качество монтажа электронных компонентов — основной критерий работоспособности электронных устройств. Но итоговое качество продукции зависит не только от уровня проведения монтажа компонентов на печатные платы, но и от столь важного фактора, как исходные комплектующие.

[Подробнее](#)


## СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

С 18 по 20 апреля в петербургском офисе компании «Диполь» проводился информационно-технический тренинг «Технология поверхностного монтажа (SMT)».

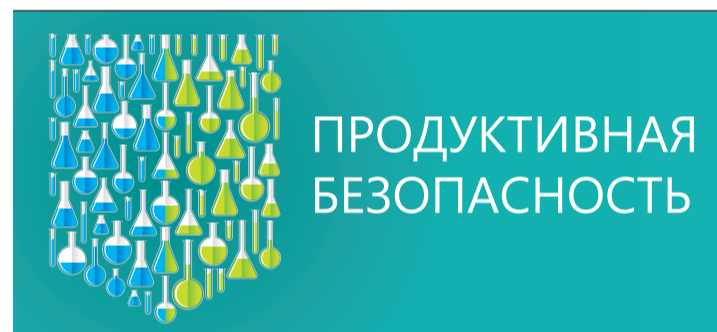
Тренинг является эксклюзивной разработкой сотрудников научно-технологической службы «Диполь». Его программа рассчитана на практические задачи специалистов радиоэлектронной отрасли.

[Подробнее](#)


## ЧИСТО ПЛАЗМА

Производитель Femtoscience (Южная Корея) представил на российском рынке несколько модификаций установок плазменной очистки.

Данное оборудование предназначено для плазмохимической обработки полупроводниковых пластин, керамических подложек, печатных плат, стекла, кварца и других изделий и материалов. Основное назначение установок — плазменная активация поверхностей, создание гидрофильных или гидрофобных поверхностей, плазменное или реактивно-ионное травление, микрофлюидика, точное приборостроение.

[Подробнее](#)


## ПРОДУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Основные принципы подбора лабораторной мебели

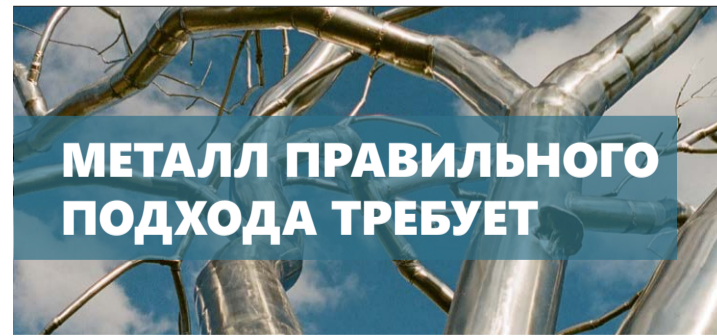
Оснащение рабочих помещений качественной лабораторной мебелью — залог не только продуктивной работы, но и безопасности.

[Подробнее](#)


## ЗАЩИТА ОТ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ

В линейке лабораторной мебели бренда VIKING представлено оборудование для безопасного взаимодействия с агрессивными химическими веществами.

Вытяжные комбинированные шкафы LLC-MPP VIKING LAB с камерой LLC-MPP VIKING LAB позволяют обезопасить оператора во время работы с большим спектром различных химических веществ: концентрированными кислотами и щелочами, включая такие неорганические концентрированные кислоты, как азотная, серная, соляная, плавиковая и их пары. Надежность обеспечивается в том числе отсутствием внутри камеры деталей, способных подвергаться коррозии.

[Подробнее](#)


## МЕТАЛЛ ПРАВИЛЬНОГО ПОДХОДА ТРЕБУЕТ

Компания «Диполь» приняла участие в международной специализированной выставке «Металлообработка-2023».

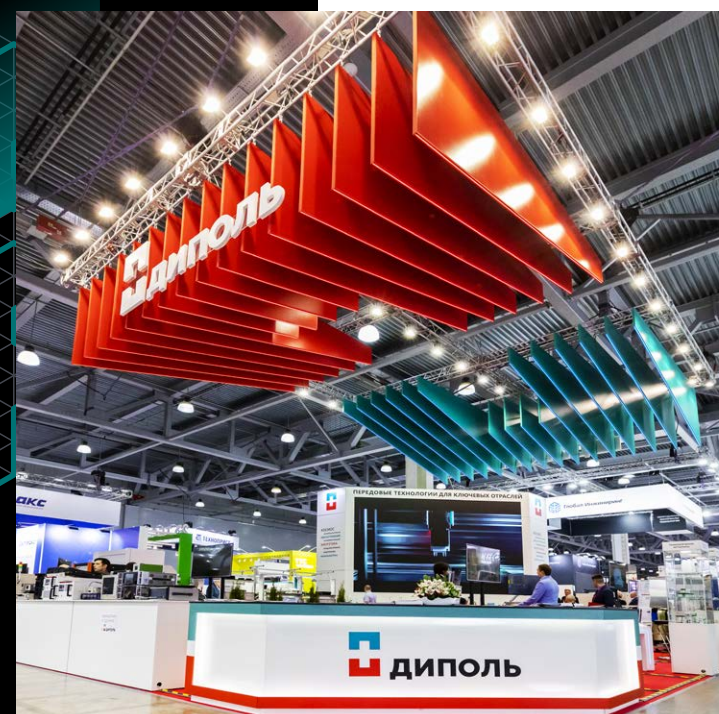
«Металлообработка» — традиционное отраслевое событие, которое проводится с 1984 года и признано крупнейшим в России и СНГ проектом в области станкостроения.

[Подробнее](#)

ОДНО ПОСЕЩЕНИЕ —

ДВЕ  
ВСТРЕЧИ

В этом году две крупные выставки «ExpoElectronica» и «Аналитика Экспо» прошли в одно время под общей крышей МВЦ «Крокус Экспо». Компания «Диполь» приняла участие в обоих отраслевых мероприятиях.



С 11 по 13 апреля ежегодная 25-я Международная выставка ExpoElectronica-2023 познакомила посетителей с компонентами и технологиями, материалами и оборудованием, встраиваемыми системами и конечными решениями для производства электроники



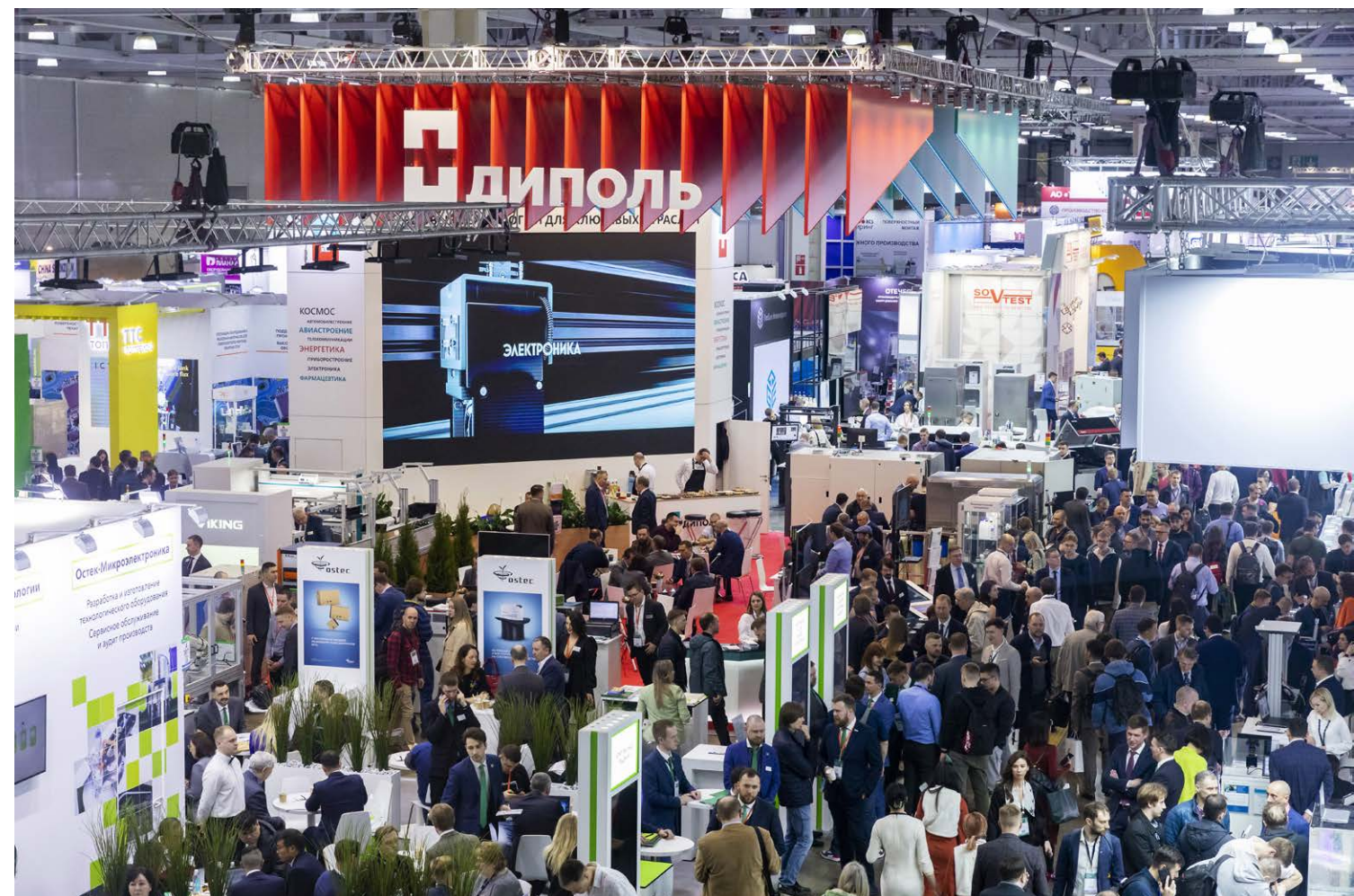
**ExpoElectronica — крупнейшая международная выставка электроники по количеству участников и посетителей.**

Подтверждая масштабный статус, в этом году «ЭкспоЭлектроника» приняла свыше 440 экспонентов из России (276 российских производителей и поставщиков), Беларуси, Китая, Армении, ОАЭ, Сингапура и Сербии. Впечатляет и диапазон представленной продукции: от электронных модулей и силовой электроники до высокотехнологичных конечных решений и технологий будущего. Выставку посетили более 21 тысячи специалистов из 74 регионов и 24 стран (на 30% больше, чем в 2022 году).



На своем стенде группа компаний «Диполь», традиционный участник этого важнейшего отраслевого события, представила все направления своей деятельности. Специалисты компании продемонстрировали работу современного оборудования и презентовали новые решения и разработки:

- Новые решения для сборки электронных изделий.
- Измерительные приборы и интегрированные измерительные решения (в том числе собственное решение для автоматизации измерений METLAB 2.0).
- Промышленная мебель Viking.
- Антистатическое оснащение рабочих мест.
- Система управления производством «Диполь КУПОЛ».
- Решения для ЭМС-испытаний.
- Решения для проведения климатических и вибрационных испытаний.
- Инновационные технологии в области 3D-печати и 3D-сканирования.
- Решения для профессиональной пайки, технологические материалы и микроскопы.



В это же время, с 11 по 14 апреля, в соседнем зале проходила 21-я межотраслевая выставка лабораторного оборудования и химических реактивов «Аналитика Экспо».



Свыше 180 участников из Белоруссии, Индии, Китая, Казахстана, а также из субъектов России представили свою продукцию в различных тематических разделах — лабораторное оборудование, химические реактивы, лабораторная мебель и посуда, средства автоматизации лабораторных исследований, оборудование для биотехнологий и контрольно-измерительное оборудование.

Компания «Диполь» познакомила посетителей стенда с новинками лабораторной металлической мебели VIKING LAB — рабочими столами, вытяжными шкафами, лабораторными стульями и табуретами, системами хранения.

Выставку «Аналитика Экспо» посетили почти семь тысяч специалистов научно-исследовательских, независимых и производственных лабораторий из различных отраслей, а также дистрибьюторы лабораторного оборудования.

Помимо уже известных решений, наша компания познакомила посетителей выставки с новыми разработками и оборудованием. О них мы попросили рассказать специалистов направлений.

**Кирилл Кремлёв,**

*руководитель направления «Контрольное и вспомогательное оборудование»:*

— Думаю, многие заметили тот интерес, который вызвала у посетителей нашего стенда обновленная система СМ-16.

Разработка данного оборудования для струйной отмывки печатных плат ориентировалась на потребности отечественных заказчиков из России и поэтому обладает такими важными особенностями, как: корпус из нержавеющей стали, вертикальное расположение рамки с изделием для предотвращения риска «теневых эффектов», полностью замкнутый контур (не требует подключения к водопроводу и канализации). Система сопровождается понятным меню на русском языке.

Обновленная система (рабочее название СМ-16 ПРО), сохранив предыдущие достоинства, получила ряд дополнительных характеристик, которые отметили и гости стенда «Диполь»:

- компактность (почти вдвое уменьшены внешние габариты установки и занимаемая площадь помещения);
- процессы отмывки в реальном времени отображаются на дисплее;
- удобство обслуживания обеспечивается внешними подкатными тележками с комплектом баллонов деионизации воды;
- новые рамки для крепления печатных плат и трафаретов;
- унифицированные узлы и механизмы.



В совокупности с тем, что стоимость установки ниже цен на зарубежные аналоги, такой набор характеристик уже привел ряд заказчиков к решению об оснащении в текущем году своих производств системой СМ-16 ПРО.

**Дмитрий Синьгаев,**

*руководитель направления «Аддитивные технологии»:*

Мы представили новую российскую разработку — промышленный 3D-принтер Objectronics F300.

Технология печати FDM (наплавка пластиковой нитью) заключается в послойном формировании деталей посредством выдавливания разогретого материала с помощью экструдера.

Objectronics F300 отличает возможность работы с термостойкими инженерными пластиками (PEEK, Ultem), изолированная и термостатированная камера печати, работа в формате 24/7 с минимальным участием оператора, собственное ПО, автоматически распределяющее задания на печать.



**Юлия Готовцева,**

*руководитель направления продаж лабораторной мебели ООО «ДИПОЛЬ-Производство»:*

Посетителей стенда мы познакомили с новинками лабораторной металлической мебели VIKING LAB — рабочими столами, вытяжными шкафами, лабораторными стульями и табуретами, системами хранения.

Одна из таких новинок — комбинированный вытяжной шкаф с камерой из полипропилена, который обеспечивает безопасное взаимодействие оператора с такими агрессивными химическими веществами, как концентрированные щелочи, органические и неорганические кислоты.



Здесь отдельно хочется сказать о собственной запатентованной разработке — не имеющих аналогов защитных полипропиленовых панелях. Они позволяют обезопасить рабочую зону металлического вытяжного шкафа LLC VIKING LAB при работе с агрессивными веществами.

В числе прочего участники выставки отметили новый дизайн стола-мойки и тумб под вытяжные шкафы LLC VIKING LAB.

**Владислав Спицын,**

*руководитель направления «Паяльное оборудование»:*

На прошедшей выставке вместе с представителями компании ATTEN мы представили новейшие станции серии GT, а также ST-680D устройство термической зачистки проводов.

Главное отличие этой новинки в том, что в ней для зачистки используется не нихромовая спираль, а специальные ножи. Подобная конструкция доводит зачистку до ювелирной точности.

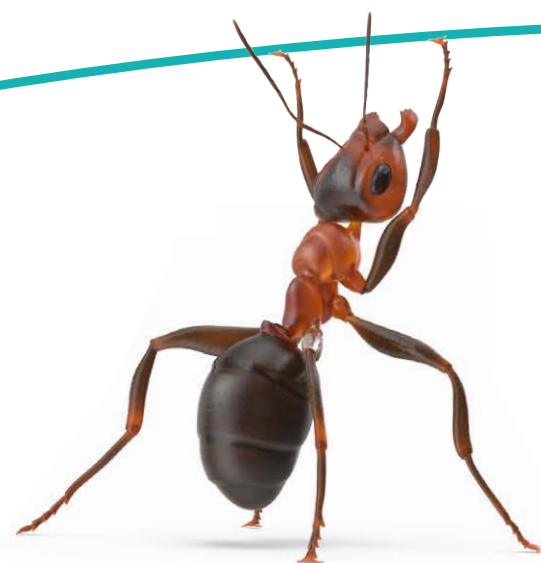
Стоит отметить, что полюбившаяся специалистам система дымоулавливания ATTEN была представлена на нашем стенде сразу в четырех видах конфигурации. Отличительная особенность системы — высокая мощность и крайне низкий шум при работе. 🇷🇺



Приглашаем принять участие в мероприятиях, организованных ГК «Диполь» — **АНОНСЫ СОБЫТИЙ**

# КОМПАКТНОСТЬ ШИРОКОГО ДИАПАЗОНА

Новое слово Itech Electronic —  
прецизионные источники-  
измерители (SMU) серии IT2800





**Алексей Шостак**  
Технический специалист  
направления радиоизмерительного  
оборудования, АО НПФ «Диполь»  
ShostakAA@dipaul.ru

Itech Electronic расширяет линейку измерительных приборов. В дополнение к источникам питания и электронным нагрузкам постоянного и переменного тока предлагаются прецизионные источники-измерители (SMU) серии IT2800.



Серия состоит из трех настольных одноканальных источников-измерителей, заключенных в компактный корпус и способных выполнять функции прецизионного источника постоянного тока; цифрового мультиметра на 6 1/2 разряда; имитатора батареи; электронной нагрузки и генератора импульсов (рис. 1).

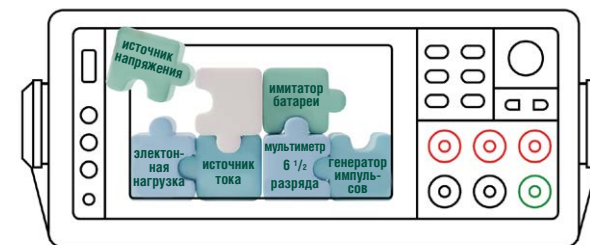


Рис. 1. Функциональный состав источников-измерителей серии IT2800

Источники-измерители поддерживают измерения по двух- и четырехпроводным схемам (рис. 2), а также работают в четырех квадрантах диаграммы ток-напряжение (рис. 3).

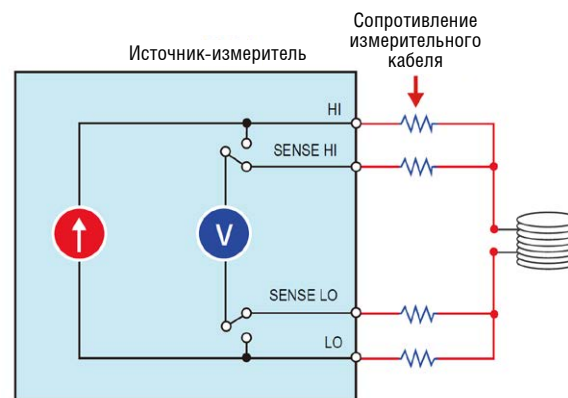


Рис. 2. Четырехпроводная схема измерений источника-измерителя

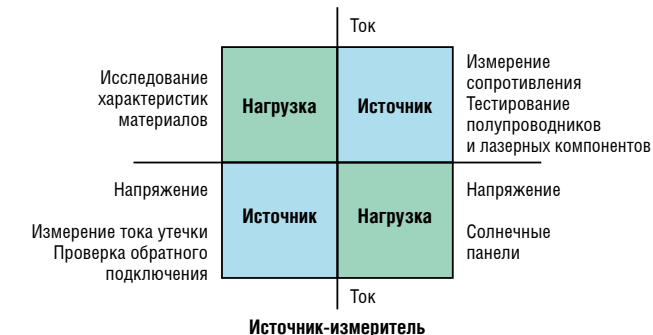


Рис. 3. Диаграммы работы

Устройства обеспечивают широкий диапазон источников напряжения (с потолком значений 210 или 1050 В) и силы тока (3,03 А в режиме постоянного тока и 10,5 А — в режиме импульсного) (рис. 4),

точность установки и измерения (минимальное разрешение 10 фА/100 нВ для источника и измерителя), а также высокую скорость измерений до 100 кГц.



Рис. 4. Динамический диапазон работы источников-измерителей



Оборудование поддерживает функцию генерации сигналов произвольной формы. К тому же SMU серии IT2800 отличаются улучшенным графическим интерфейсом пользователя с такими режимами отображения, как график (Graph View), режим осциллографа (Scope View) и запись измерения (Record View) (рис. 5).



Рис. 5. Режимы отображения измеряемых данных

В серии IT2800 предусмотрена функция стандартного свипирования (развертки) и свипирования по списку. В стандартном режиме развертки прибор поддерживает следующие установки: свипирование по линейному и логарифмическому закону, функцию одинарной и двойной развертки, а также работу с постоянной и импульсной разверткой (рис. 6). Функция свипирования по списку эффективно выводит сигналы произвольной формы, что полезно при измерениях, где параметры анализируемых компонентов сильно различаются в зависимости от приложенного напряжения или тока. Можно использовать импорт данных из Excel или создавать законы свипирования любой формы с установкой до 99 999 точек данных. Имеется возможность запрограммировать все параметры как для проведения однократного измерения, так и для непрерывной работы.

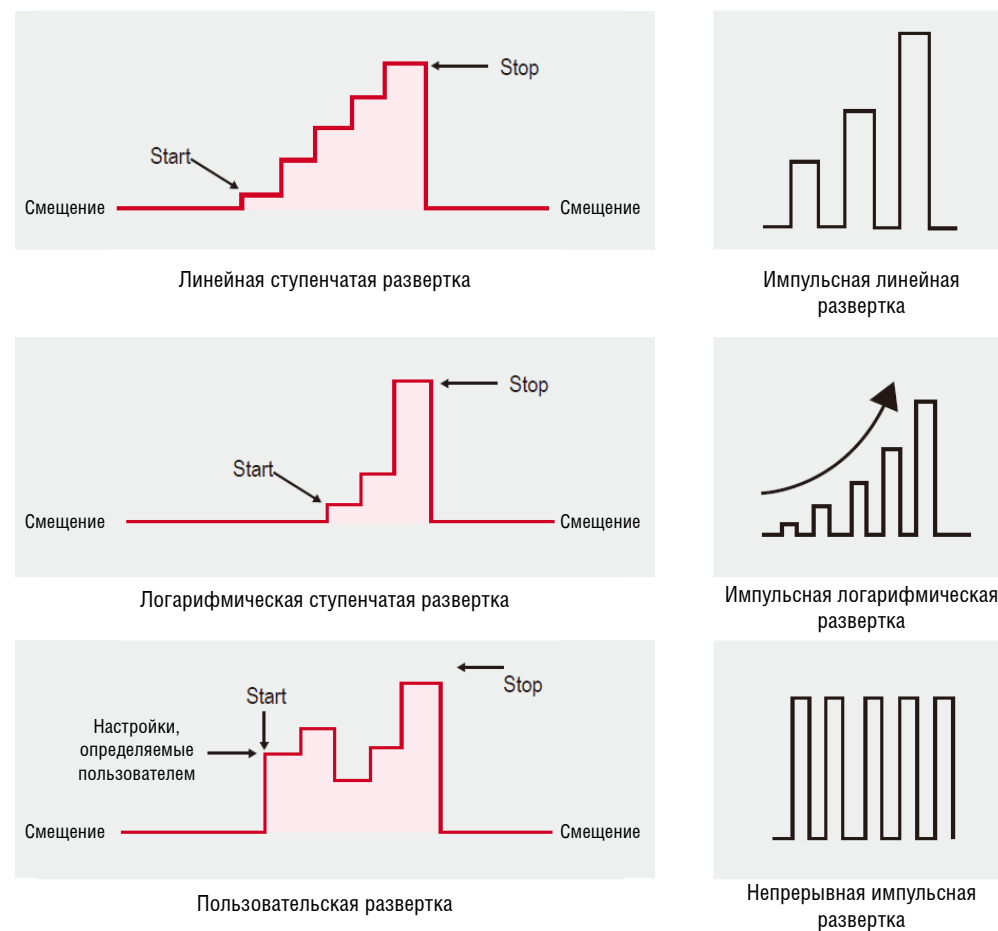


Рис. 6. Типы свипирования (развертки)

Функция имитатора батареи (рис. 7) помогает инженерам лучше изучить влияние характеристик батарей на энергопотребление разрабатываемых изделий и протестировать надежность их работы. Можно быстро создать нагрузочные кривые батареи, произвольно установить начальный уровень заряда батареи (SOC), не дожидаясь полной зарядки или разрядки номинальной емкости, как при использовании настоящей батареи, что значительно повышает эффективность при разработке и проведении производственных испытаний.

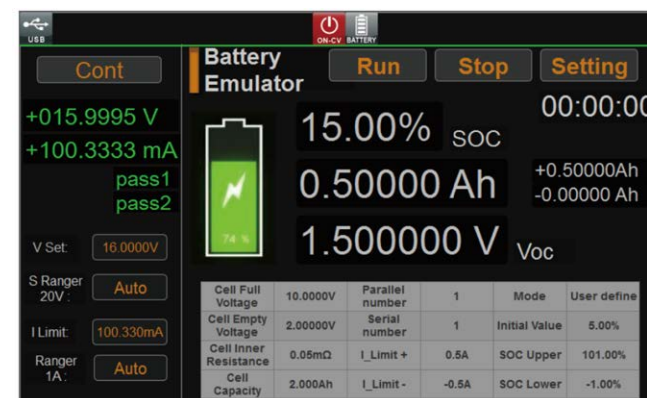


Рис. 7. Интерфейс блока имитации батареи

В комплекте с источниками-измерителями поставляется программное обеспечение PV2800 для вольт-амперных характеристик (ВАХ), тестирования батарей, проведения испытаний «годен/не годен» и испытаний на соответствие установленным параметрам, тестирования солнечных панелей (рис. 8).

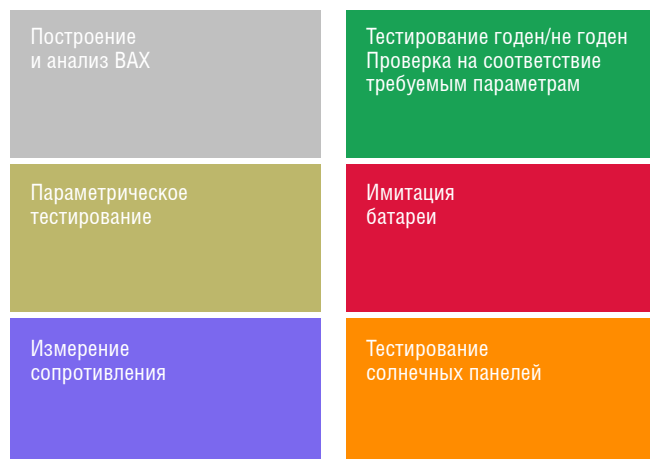


Рис. 8. Измерительные приложения программного обеспечения PV2800

Измерения ВАХ трехполюсников (например, транзисторов), аналоговых микросхем, зондовые измерения устройств на кристалле (SOC) требуют более одного канала. SMU IT2800 совместно с программным обеспечением SPS5000 позволяет проводить такие измерения (рис. 10).

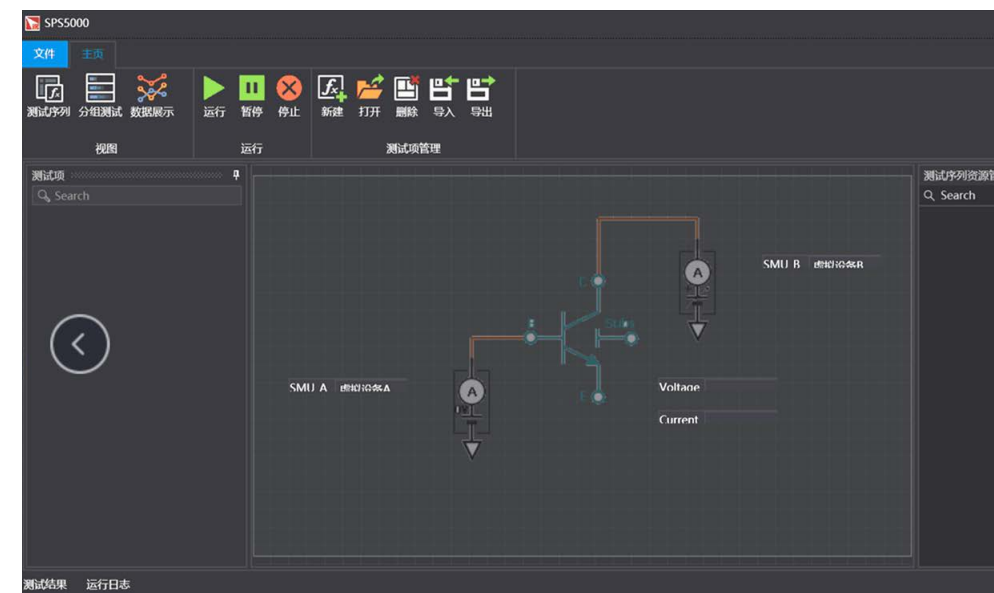


Рис. 10. Интерфейс программного обеспечения SPS5000

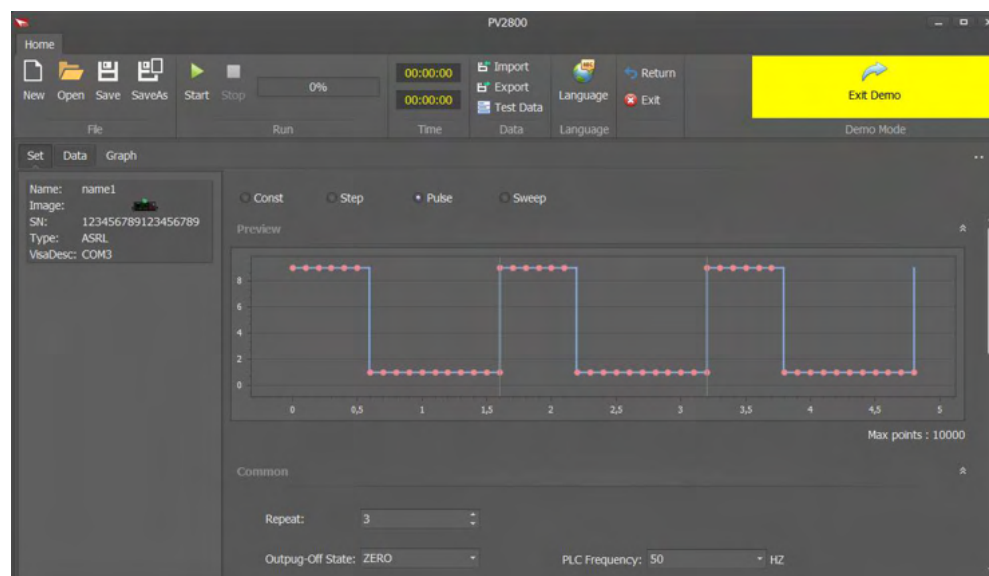








Рис. 9. Интерфейс программного обеспечения PV2800

Специалисты компании «Диполь» совместно с Государственным центром испытаний СИ проводят испытания для утверждения типа СИ на все SMU линейки IT2800 от Itech Electronic.

Кроме того, для многоканальных измерений, например на производственных линиях, источники-измерители могут быть соединены в систему до 16 приборов с коммутацией по оптике. При этом каждый прибор подобной системы способен осуществить независимую последовательность испытаний.

Ниже представлены таблицы сравнения приборов линейки IT2800 с источниками-измерителями других производителей.

				
		ITECH IT2801	Keithley 2470	Keithley 2410
Выходные параметры	Количество каналов	1	1	1
	Напряжение	±1000V	±1000V	±1000V
	Ток	±1A	±1A	±1A
	Мощность	±20W	±20W	±20W
	Режим измерения	DC&Pulse mode	DC&Pulse mode	only DC
	Разрешение источника	100nV/1pA	5uV/500pA	5uV/50pA
	Разрешение измерителя	100nV/1pA	100nV/100fA	1uV/10pA
	Сенсорный экран	Да	Да	VFD display
	Функции	Интерфейсы	USB/LAN/GPIB/Оптика для многоканальных измерений	USB/LAN/GPIB
Развертка		Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (99 999 точек)	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (1000 точек)	Линейная, Логарифмическая, Список (1000 точек)
Годен/ не годен		Да	Да	Да
Имитатор батареи		Да	Нет	Нет
Мин. длит. имп.		100 мкс	10 мкс	-
Память		1,000,000 точек	250,000 точек	5000 точек
Частота дискретизации		10us	>20us	>20us
Режимы отображения	График, Осциллограф, Запись	График	Только в ПО, VFD-дисплей не позволяет строить графики	





							
		ITECH IT2801	Keithley 2470	Keithley 2410			
Режим источника		Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность
Напряжение	±200mV	100nV	± 0.015%+300uV	5uV	± 0.015%+200uV	5uV	± 0.02%+600uV
	±2V	1uV	± 0.015%+300uV	50uV	± 0.02%+300uV	50uV	± 0.02%+600uV
	±20V	10uV	± 0.015%+1mV	500uV	± 0.015%+2.4mV	500uV	± 0.02%+2.4mV
	±200V	100uV	± 0.015%+10mV	5mV	± 0.015%+24mV		
	±1000V	1mV	± 0.02%+50mV	50mV	± 0.02%+100mV	50mV	± 0.02%+100mV
Ток	±10nA			500fA	± 0.1%+200pA		
	±100nA			5pA	± 0.06%+250pA		
	±1uA	1pA	± 0.025%+300pA	50pA	± 0.025%+400pA	50pA	± 0.035%+600pA
	±10uA	10pA	± 0.025%+700pA	500pA	± 0.025%+1.5nA	500pA	± 0.033%+2nA
	±100uA	100pA	± 0.025%+6nA	5nA	± 0.02%+15nA	5nA	± 0.031%+20nA
	±1mA	1nA	± 0.025%+60nA	50nA	± 0.02%+150nA	50nA	± 0.034%+200nA
	±10mA	10nA	± 0.025%+600nA	500nA	± 0.02%+1.5uA	500nA	± 0.045%+4uA
	±100mA	100nA	± 0.025%+6uA	5uA	± 0.025%+15uA	5uA	± 0.066%+20uA
	±1A	1uA	± 0.03%+500uA	50uA	± 0.067%+900uA	50uA	± 0.27%+900uA
Режим измерителя		Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность
Напряжение	±200mV	100nV	± 0.015%+300uV	100nV	± 0.012%+200uV	1uV	± 0.012%+300uV
	±2V	1uV	± 0.015%+300uV	1uV	± 0.012%+300uV	10uV	± 0.012%+300uV
	±20V	10uV	± 0.015%+1mV	10uV	± 0.015%+1mV	100uV	± 0.015%+1mV
	±200V	100uV	± 0.015%+10mV	100uV	± 0.015%+10mV		
±1000V	1mV	± 0.02%+50mV	10mV	± 0.015%+50mV	10mV	± 0.015%+50mV	
Ток	±10nA			10fA	± 0.1%+250pA		
	±100nA			100fA	± 0.06%+300pA		
	±1uA	1pA	± 0.025%+300pA	1pA	± 0.025%+300pA	10pA	± 0.029%+300pA
	±10uA	10pA	± 0.025%+700pA	10pA	± 0.025%+700pA	100pA	± 0.027%+700pA
	±100uA	100pA	± 0.025%+6nA	100pA	± 0.02%+6nA	1nA	± 0.025%+6nA
	±1mA	1nA	± 0.025%+60nA	1nA	± 0.02%+60nA	10nA	± 0.027%+60nA
	±10mA	10nA	± 0.025%+600nA	10nA	± 0.02%+600nA	100nA	± 0.035%+1.2uA
	±100mA	100nA	± 0.025%+6uA	100nA	± 0.025%+6uA	1uA	± 0.055%+6uA
	±1A	1uA	± 0.03%+500uA	1uA	± 0.03%+500uA	10uA	± 0.22%+570uA







		ITECH IT2805	Keithley 2450	Keysight B2910BL	GSM-20H10			
Выходные параметры	Количество каналов	1	1	1	1			
	Напряжение	±200V	±200V	±210V	±200V			
	Ток	±1.5A	±1A	±1.5A	±1.05A			
	Мощность	±20W	±20W	±30W	±22W			
	Режим измерения	DC&Pulse mode	DC&Pulse mode	DC&Pulse mode	DC			
	Разрешение источника	1uV/100fA	500nV/500fA	1uV/100fA	1uV/10pA			
Функции	Разрешение измерителя	100nV/10fA	10nV/10fA	100nV/10fA	1uV/10pA			
	Сенсорный экран	Да	Да	Нет	Да			
	Интерфейсы	USB/LAN/GPIB/Оптика для многоканальных измерений	USB/LAN/GPIB	USB/LAN/GPIB	USB/LAN/RS232/GPIB			
	Развертка	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (99 999 точек)	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (1000 точек)	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (100 000 точек)	Линейная, Логарифмическая, Список (2500 точек)			
	Годен/ не годен	Да	Да	Да	Да			
	Имитатор батареи	Да	Нет	Нет	Нет			
Режимы отображения	Память	300,000 точек	250,000 точек	100,000 точек	5000 точек			
	Мин. длит. имп.	100 мкс		50 мкс	-			
	Частота дискретизации	20 мкс	>20 мкс	50 мкс	20 мкс			
	График, Осциллограф, Запись	График	График	График	График			
Режим источника	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность



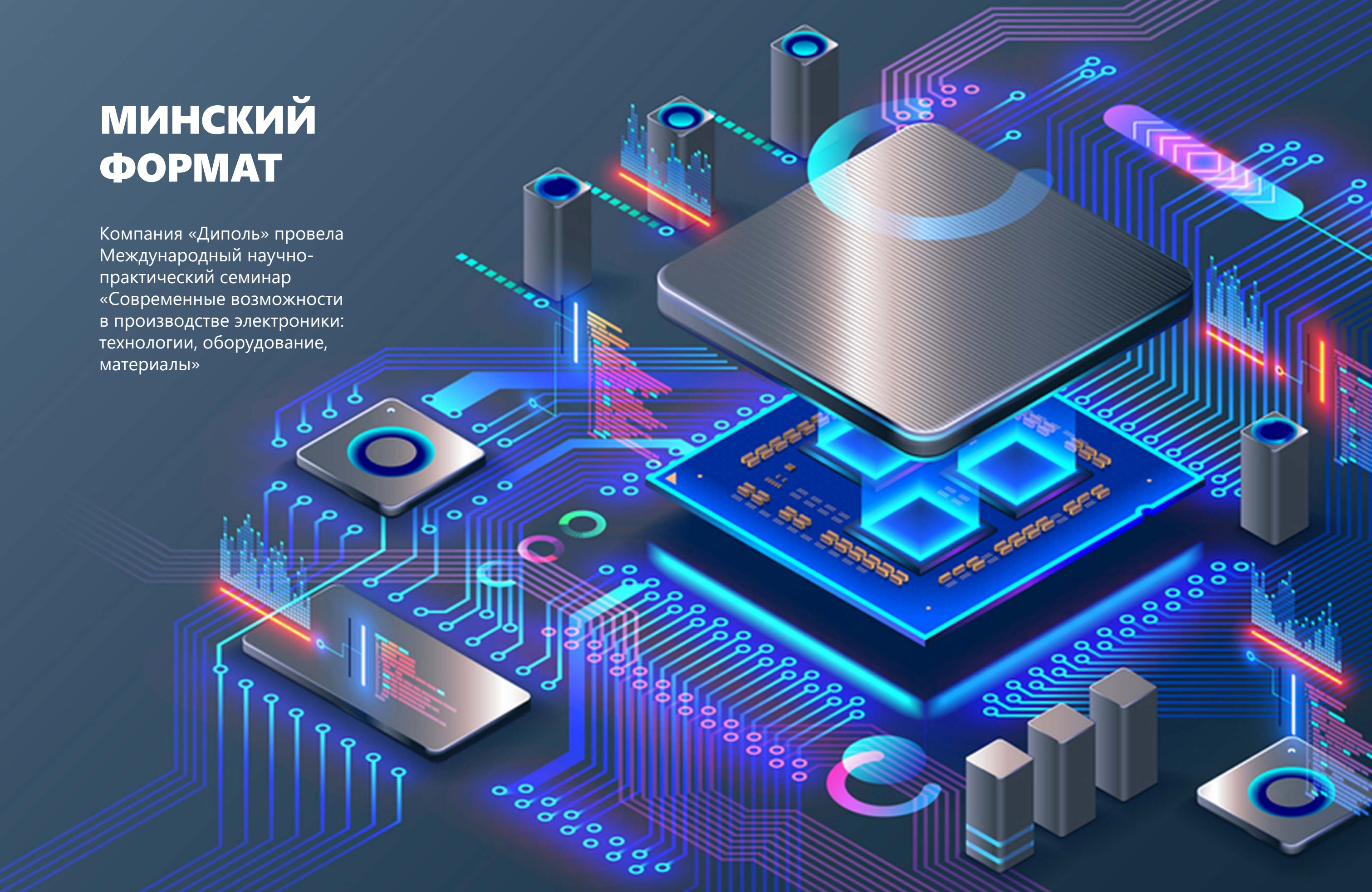
		ITECH IT2805	Keithley 2450	Keysight B2910BL	GSM-20H10			
Напряжение	±20mV		500nV	± 0.1%+200uV				
	±200mV	1uV	± 0.015%+300uV	5uV	± 0.015%+200uV			
	±2V	10uV	± 0.015%+300uV	50uV	± 0.02%+300uV			
	±20V	100uV	± 0.015%+1mV	500uV	± 0.015%+2.4mV			
	±200V	1mV	± 0.015%+10mV	5mV	± 0.015%+24mV			
Ток	±10nA	100fA	± 0.1%+50pA	500fA	± 0.1%+100pA			
	±100nA	1pA	± 0.06%+100pA	5pA	± 0.06%+150pA			
	±1uA	10pA	± 0.025%+300pA	50pA	± 0.025%+400pA			
	±10uA	100pA	± 0.025%+700pA	500pA	± 0.025%+1.5nA			
	±100uA	1nA	± 0.02%+6nA	5nA	± 0.025%+1.6nA			
	±1mA	10nA	± 0.02%+60nA	50nA	± 0.025%+1.7nA			
	±10mA	100nA	± 0.02%+600nA	500nA	± 0.025%+1.8nA			
	±100mA	1uA	± 0.02%+6uA	5uA	± 0.025%+1.9nA			
	±1A	10uA	± 0.05%+500uA	50uA	± 0.025%+1.10nA			
±1.5A	10uA	± 0.05%+1.5mA		± 0.05%+3.5mA				
Режим измерителя	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность
Напряжение	±20mV		10nV	± 0.1%+150uV				
	±200mV	100nV	± 0.015%+300uV	100nV	± 0.012%+200uV			
	±2V	1uV	± 0.015%+300uV	1uV	± 0.012%+300uV			
	±20V	10uV	± 0.015%+1mV	10uV	± 0.015%+1mV			
	±200V	100uV	± 0.015%+10mV	100uV	± 0.015%+10mV			
Ток	±10nA	10fA	± 0.1%+50pA	10fA	± 0.1%+50pA			
	±100nA	100fA	± 0.06%+100pA	100fA	± 0.06%+100pA			
	±1uA	1pA	± 0.025%+300pA	1pA	± 0.025%+300pA			
	±10uA	10pA	± 0.025%+700pA	10pA	± 0.025%+700pA			
	±100uA	100pA	± 0.02%+6nA	100pA	± 0.02%+6nA			
	±1mA	1nA	± 0.02%+60nA	1nA	± 0.02%+60nA			
	±10mA	10nA	± 0.02%+600nA	10nA	± 0.02%+600nA			
	±100mA	100nA	± 0.02%+6uA	100nA	± 0.02%+6uA			
	±1A	1uA	± 0.05%+500uA	1uA	± 0.05%+500uA			
±1.5A	1uA	± 0.05%+1.5mA		± 0.05%+3.5mA				

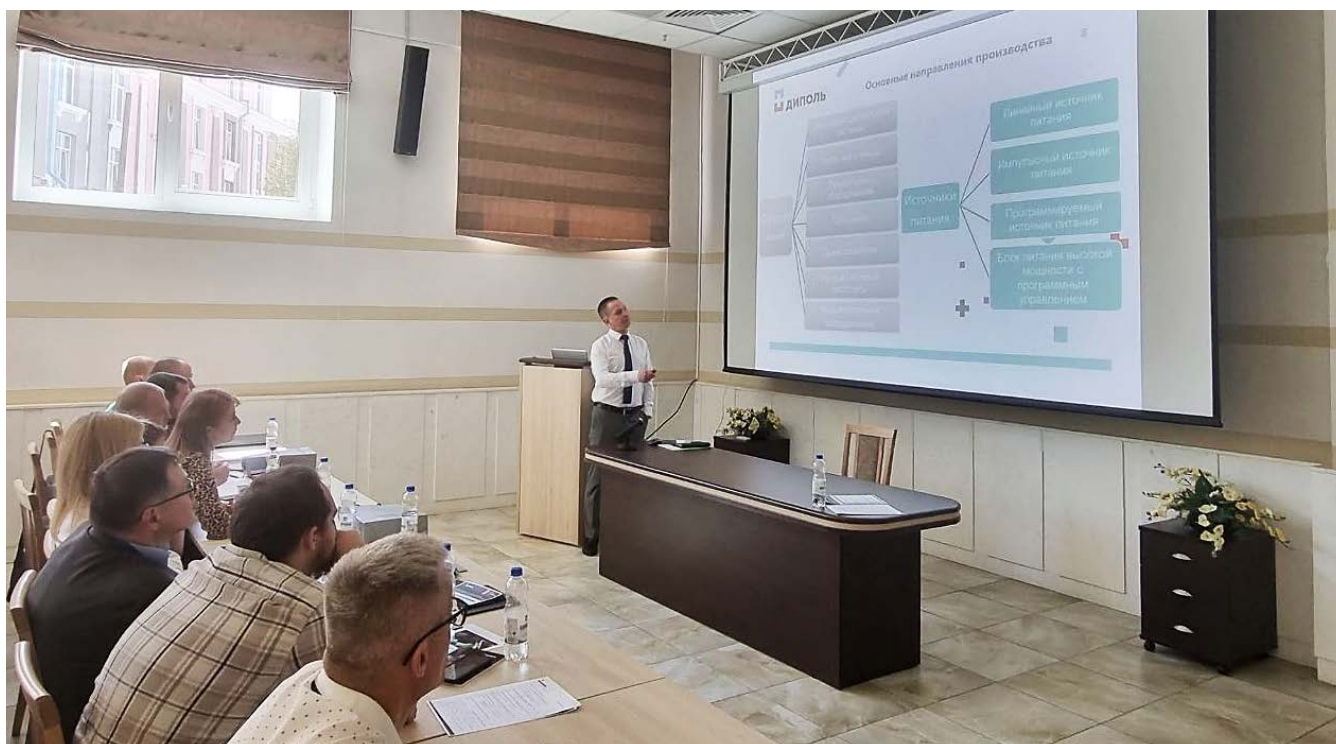
					
		ITECH IT2806	Keithley 2611B	Keysight B2901B	Keysight B2911B
Выходные параметры	Количество каналов	1	1	1	1
	Напряжение	±200V	±200V	±200V	±200V
	Ток	±3A / 10.5A Pulse	±1.5A / 10.5A Pulse	±3A / 10.5A Pulse	±3A / 10.5A Pulse
	Мощность	±20W	±30W	±30W	±30W
	Режим измерения	DC&Pulse mode	DC&Pulse mode	DC&Pulse mode	DC&Pulse mode
	Разрешение источника	100nV/10fA	5uV/2fA	1uV/1pA	100nV/10fA
	Разрешение измерителя	100nV/10fA	100nV/100fA	100nV/100fA	100nV/10fA
Сенсорный экран	Да	VFD-дисплей	Нет	Нет	
Функции	Интерфейсы	USB/LAN/GPIB/Оптика для многоканальных измерений	USB/LAN/GPIB	USB/LAN/GPIB	USB/LAN/GPIB
	Развертка	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (99 999 точек)	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (20 000 точек)	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (100 000 точек)	Линейная, Логарифмическая, Линейная имп., Логарифм. имп., Список (100 000 точек)
	Годеи/ не годен	Да	Да	Да	Да
	Имитатор батареи	Да	Нет	Нет	Нет
	Мин. длит. имп.	100 мкс	100 мкс	50 мкс	50 мкс
	Память	1,000,000 точек	140,000 точек	100,000 точек	100,000 точек
	Частота дискретизации	10 мкс		20 мкс	10 мкс
Режимы отображения	График, Осциллограф, Запись	Только в ПО, VFD-дисплей не позволяет строить графики	График	График, Осциллограф	

									
		ITECH IT2806	Keithley 2611B	Keysight B2901B	Keysight B2911B				
Режим источника		Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность
Напряжение	±200mV	100nV	± 0.015%+300uV	5uV	± 0.02%+375uV	1uV	± 0.015%+225uV	100nV	± 0.015%+225uV
	±2V	1uV	± 0.015%+300uV	50uV	± 0.02%+600uV	10uV	± 0.02%+350uV	1uV	± 0.02%+350uV
	±20V	10uV	± 0.015%+1mV	500uV	± 0.02%+5mV	100uV	± 0.015%+5mV	10uV	± 0.015%+5mV
	±200V	100uV	± 0.015%+10mV	5mV	± 0.02%+50mV	1mV	± 0.015%+50mV	100uV	± 0.015%+50mV
Ток	±10nA	10fA	± 0.1%+50pA					10fA	± 0.1%+50pA
	±100nA	100fA	± 0.06%+100pA	2pA	± 0.06%+100pA	1pA	± 0.06%+100pA	100fA	± 0.06%+100pA
	±1uA	1pA	± 0.025%+300pA	20pA	± 0.03%+800pA	10pA	± 0.025%+500pA	1pA	± 0.025%+500pA
	±10uA	10pA	± 0.025%+700pA	200pA	± 0.03%+5nA	100pA	± 0.025%+1.5nA	10pA	± 0.025%+1.5nA
	±100uA	100pA	± 0.02%+6nA	2nA	± 0.03%+60nA	1nA	± 0.02%+25nA	100pA	± 0.02%+25nA
	±1mA	1nA	± 0.02%+60nA	20nA	± 0.03%+300nA	10nA	± 0.02%+200nA	1nA	± 0.02%+200nA
	±10mA	10nA	± 0.02%+600nA	200nA	± 0.03%+6uA	100nA	± 0.02%+2.5uA	10nA	± 0.02%+2.5uA
	±100mA	100nA	± 0.02%+6uA	2uA	± 0.03%+30uA	1uA	± 0.02%+20uA	100nA	± 0.02%+20uA
	±1A	1uA	± 0.05%+500uA	20uA	± 0.05%+1.8mA	10uA	± 0.03%+1.5mA	1uA	± 0.03%+1.5mA
	±3A	10uA	± 0.05%+1.5mA	50uA	± 0.06%+4mA	100uA	± 0.4%+7mA	10uA	± 0.4%+7mA
±10A	10uA	± 0.4%+25mA	200uA	± 0.5%+40mA	100uA	± 0.4%+25mA	10uA	± 0.4%+25mA	
Режим измерителя		Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность	Разрешение	Точность
Напряжение	±200mV	100nV	± 0.015%+300uV	100nV	± 0.015%+225uV	100nV	± 0.015%+225uV	100nV	± 0.015%+225uV
	±2V	1uV	± 0.015%+300uV	1uV	± 0.02%+350uV	1uV	± 0.02%+350uV	1uV	± 0.02%+350uV
	±20V	10uV	± 0.015%+1mV	10uV	± 0.015%+5mV	10uV	± 0.015%+5mV	10uV	± 0.015%+5mV
	±200V	100uV	± 0.015%+10mV	100uV	± 0.015%+50mV	100uV	± 0.015%+50mV	100uV	± 0.015%+50mV
Ток	±10nA	10fA	± 0.1%+50pA					10fA	± 0.1%+50pA
	±100nA	100fA	± 0.06%+100pA	100fA	± 0.05%+100pA	100fA	± 0.06%+100pA	100fA	± 0.06%+100pA
	±1uA	1pA	± 0.025%+300pA	1pA	± 0.025%+500pA	1pA	± 0.025%+500pA	1pA	± 0.025%+500pA
	±10uA	10pA	± 0.025%+700pA	10pA	± 0.025%+1.5nA	10pA	± 0.025%+1.5nA	10pA	± 0.025%+1.5nA
	±100uA	100pA	± 0.02%+6nA	100pA	± 0.02%+25nA	100pA	± 0.02%+25nA	100pA	± 0.02%+25nA
	±1mA	1nA	± 0.02%+60nA	1nA	± 0.02%+200nA	1nA	± 0.02%+200nA	1nA	± 0.02%+200nA
	±10mA	10nA	± 0.02%+600nA	10nA	± 0.02%+2.5uA	10nA	± 0.02%+2.5uA	10nA	± 0.02%+2.5uA
	±100mA	100nA	± 0.02%+6uA	100nA	± 0.02%+20uA	100nA	± 0.02%+20uA	100nA	± 0.02%+20uA
	±1A	1uA	± 0.05%+500uA	1uA	± 0.03%+1.5mA	1uA	± 0.03%+1.5mA	1uA	± 0.03%+1.5mA
	±3A	10uA	± 0.05%+1.5mA	10uA	± 0.05%+3.5mA	10uA	± 0.4%+7mA	10uA	± 0.4%+7mA
±10A	10uA	± 0.4%+25mA	10uA	± 0.4%+25mA	10uA	± 0.4%+25mA	10uA	± 0.4%+25mA	

# МИНСКИЙ ФОРМАТ

Компания «Диполь» провела  
Международный научно-  
практический семинар  
«Современные возможности  
в производстве электроники:  
технологии, оборудование,  
материалы»






Мероприятие, проходившее 31 мая в Минске, охватило широкий круг вопросов, связанных с организацией производства электроники в современных условиях.

Эксперты компании представили современные технологические материалы, используемые для сборки РЭИ, паяльное оборудование, установки рентген-контроля и отмывки печатных плат. Была рассмотрена Система управления производством – К.У.П.О.Л. (разработка «Диполь»).

Семинар завершился обзором оборудования SMT, доступного в условиях санкционного давления.

Количество участников, оживленные дискуссии и высокие оценки мероприятия подтверждают необходимость последующих отраслевых встреч подобного формата. 



Приглашаем принять участие в мероприятиях, организованных ГК «Диполь» — АНОНСЫ СОБЫТИЙ



Программа тренинга основана на многолетних наблюдениях за технологиями и процедурами отмывки, проведенных руководителями и технологами радиоэлектронных производств. Благодаря этим знаниям специалисты предприятий смогут избежать ошибок, связанных с процессами отмывки и влагозащиты печатных узлов.

# ЗАЩИЩЁН — ЗНАЧИТ ПРЕДУПРЕЖДЁН

«Диполь» продолжает серию образовательных мероприятий. С 4 по 6 апреля в Санкт-Петербурге эксперты компании провели тренинг «Технология отмывки и влагозащита печатных узлов».

В течение трех дней участники тренинга обсуждали проблемы, непосредственно связанные с технологическими процессами.

В их числе:

- виды загрязнений;
- цель отмывки и критерии ее достижения;
- классификация и проблемы очистки;
- необходимые составляющие техпроцесса;
- интенсификация процесса и выбор правильных материалов и оборудования;
- можно ли сэкономить на отмывке и насколько она обязательна;
- последствия плохой отмывки и ее влияние на возникновение дефектов;
- что делать с отработанными жидкостями.



Диапазон рассмотренных вопросов настолько широк, что делает процедуру отмывки понятным процессом для специалистов всей производственной цепочки — от руководителей компаний, инженеров и технологов до операторов, наладчиков и программистов оборудования.

На протяжении тренинга можно было, отталкиваясь от конкретных задач, получить рекомендации по подбору применяемых материалов.



Приглашаем принять участие в мероприятиях, организованных ГК «Диполь» — **АНОНСЫ СОБЫТИЙ**





60

50

40

30

20

0

# ОЦЕНИВАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

Технические средства для межлабораторных сличений при измерениях вносимых помех в бортовое электропитание

В рамках испытаний электромагнитной совместимости (ЭМС) технических средств (ТС) в части вносимых искажений в линии питания для межлабораторных сличений может применяться программируемый источник питания (ПИП). Выходное напряжение ПИП с внесенными известными искажениями по гармоникам, изменениям и колебаниям напряжения, а также с заданным фликером используется как стабильная мера физической величины, предназначенная для оценки погрешности испытательной лаборатории.



**Андрей Смирнов**  
Доктор технических наук, руководитель направления ЭМС и радиоизмерений АО «НПФ «Диполь»  
[smirnov@dipaul.ru](mailto:smirnov@dipaul.ru)



**Екатерина Смирнова**  
Инженер по метрологии и стандартизации ООО «Профигрупп»  
[SmirnovaEA@dipaul.ru](mailto:SmirnovaEA@dipaul.ru)



**Филипп Колдашов**  
Технический специалист АО «НПФ «Диполь»  
[KoldashovFG@dipaul.ru](mailto:KoldashovFG@dipaul.ru)

## Введение

Измерения искажений, создаваемых техническими средствами в подключенных к ним линиях питания, являются обязательной частью сертификационных испытаний ТС различного назначения в области оценки электромагнитной совместимости (ЭМС). Данные требования в полной мере относятся к ТС, эксплуатируемым или связанным с объектами судостроения [1]. К числу этих измерений относятся:

- измерения уровня вносимых гармоник тока частоты питающего напряжения, проводимые в соответствии с [2];
- измерения вносимых отклонений и нестабильности напряжения, а также фликера, проводимые в соответствии с [3].

Кроме указанных стандартов, регламентирующих требования и методы измерений, существует значительное количество продуктовых стандартов, содержащих перечисленные требования, а также стандарты, аналогичные [2, 3], но для токов потребления свыше 16 А. Сертификационные испытания проводятся в аккредитованных лабораториях с помощью соответствующих поверенных средств измерений. Однако актуальные требования к испытательным лабораториям [4] обуславливают необходимость проведения межлабораторных сличений (МС). В статье предлагается возможный путь организации МС при измерениях вносимых искажений от ТС в линии питания.

## Постановка задачи и решение

Средства измерений (СИ) характеристик вносимых искажений достаточно просты. В техническом плане они представляют, по сути, встроенный быстроедействующий АЦП и некоторое программное обеспечение (ПО), выполняющее измерения таких характеристик. Обычно подобные измерения и требования к характеристикам ТС присутствуют совместно [2, 3]. Поэтому рационально рассматривать алгоритмы МС в данных областях измерений параллельно.

Для измерений уровня вносимых гармоник тока процедура состоит в определении частоты и напряжения в сети на основной частоте и вычислении уровня гармонических составляющих на частотах, кратных частоте питающего напряжения, всего до 40 гармоник. Как минимум обычно измеряется уровень нелинейных искажений, который фактически является некоторой интегральной характеристикой и равен отношению суммы всех гармоник к основной гармонике. Однако при испытаниях измерению и проверке нередко подлежит каждая составляющая. Решение о сертификации ТС принимается по результатам проверки каждой гармоники, что может привести к забраковке ТС по одной составляющей.



Рис. 1.1. Программируемый источник питания



Рис. 1.2. СИ искажений сети питания

СИ уровня вносимых гармоник включают процедуру извлечения временной выборки, выполнение ее спектрального анализа и оценку соответствующих спектральных составляющих. Понятно, что оценка основной частоты питающего напряжения, а не его номинального значения играет существенную роль, а погрешность ее измерений будет накапливаться с ростом номера гармоники. Вероятно, что алгоритмы выполнения измерений должны учитывать этот фактор, принимая в качестве оценки максимальное значение спектральной составляющей в ближайшей окрестности частоты гармоники. Очевидно, что в данной области измерений исключительно важна правильность работы ПО. И целью МС фактически должна быть проверка правильности функционирования ПО, алгоритмы работы которого обычно скрыты.

Поскольку источником возникающих гармоник напряжения является нелинейность входной нагрузки ТС, то наиболее естественным путем организации МС может стать выбор некоторой нелинейной нагрузки с известными стабильными характеристиками нелинейности и использование ее в качестве эквивалента ТС. Тогда МС могли бы быть реализованы путем сравнительного измерения уровня вносимых нелинейных искажений, создаваемых данной нагрузкой. Однако такой подход обеспечивает измерения только при одном значении номинального тока, в то время как стандарты нормируют требования к уровням нелинейных искажений для ТС с разными токами (как минимум в диапазоне 16 А).

Поэтому в качестве метода обеспечения МС был выбран иной метод. Его суть заключалась в изначальном задании питающего напряжения с определяемыми относительными уровнями гармоник. Данное напряжение питания с внесенными искажениями являлось исходным питанием проверяемого СИ. При этом в качестве объекта испытаний использовалась пассивная линейная резистивная нагрузка. Для этих целей был предложен прецизионный программируемый источник питания (ИП), например источник питания NSG 1005-3 (Ametek) (рис. 1.1 и 1.2). В нем предусмотрена возможность добавления выходного напряжения АС гармонических составляющих в требуемом частотном диапазоне.

Предложения опробовались для СИ типа Profiline 2100 (Ametek) с внедренным ПО WIN 2100. Результаты измерений представлены на рис. 2. Как видно из результатов, СИ корректно измерило вносимые искажения, приняв их как результат нелинейных искажений от нагрузки. Таким образом, предложенный подход может быть использован для МС в части измерений по [2].

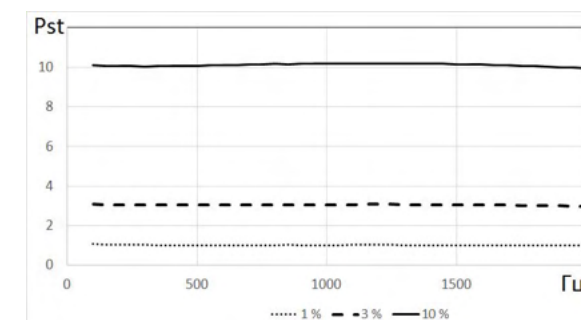


Рис. 2. Результаты измерений относительного уровня гармоник для заданного уровня гармоник

Следующее направление — разработка МС для СИ искажений типа изменения и колебания напряжения, а также фликера. Источником данных помех становится нестабильность нагрузки. Обычно среди трех указанных показателей два первых — обязательные, а измерения фликера необходимы лишь для некоторых ТС.

Измерения колебаний и изменений напряжения основаны на мониторинге среднеквадратических полупериодных напряжений, нормированных относительно устоявшегося напряжения. Национальные стандарты различных годов выпуска, аналогичные [3], содержат ошибки перевода, касающиеся терминов в области вносимых искажений. Это относится к таким используемым выражениям, как «установившееся напряжение», «изменение установившегося напряжения», и ряду других понятий и критериев. Поэтому, несмотря на то что собственно процедура регистрации полупериодных напряжений и мониторинга их изменений не должна вызывать трудностей, неоднозначность толкования терминов и критериев, динамические изменения опорных величин, расплывчатость временных моментов для съема измерительной информации могут приводить к различным алгоритмам работы ПО и, следовательно, к погрешности измерений. Таким образом, для измерений данных параметров важна роль используемого ПО и то, насколько его разработчиком учтены все критерии соответствия выдаваемых оценок. Надо отметить, что [3] вводит некоторый контрольный временной профиль изменения напряжения питания для проверки правильности работы программного обеспечения. Однако, на наш взгляд, данный контрольный профиль достаточно прост, содержит лишь однократные явления, отражающие особенности критериев.

В частности, при однократных и быстрых скачках напряжения нет гарантии, что используемое ПО успеет отследить факт изменения напряжения. В целом для повышения объективности имеет смысл разнообразить используемые профили напряжения, применяемые для проверки правильности работы ПО, в том числе с включением в профиль напряжения непродолжительных, но быстрых изменений напряжения. Для этих целей также может быть использован программируемый ИП с заданием совокупности произвольных профилей напряжения питания (рис. 3).

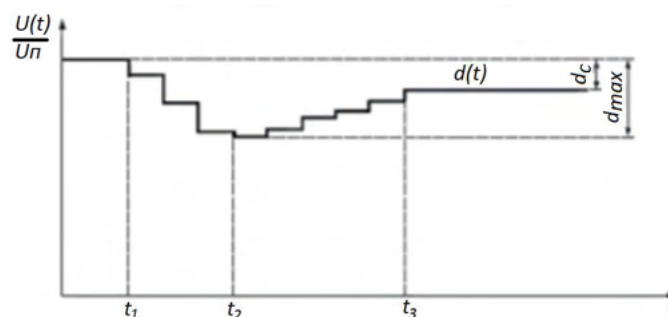


Рис. 3. Пример профиля измерительной информации и оцениваемые значения (изменения и колебания напряжений)

В качестве примера были выбраны те же ИП NSG 1005-3 с внедренным аттестованным ПО WIN 2100. Результаты сравнения вводимых показателей и данных измерений продемонстрировали корректность вводимых профилей напряжения более широкой номенклатуры, что обуславливает возможность их использования для тестирований других аналогичных СИ и ПО.

В отличие от рассмотренных ранее фликер, являющийся мерой физического восприятия мерцания светового потока некоей лампы под действием изменения напряжения в сети, оценивается как результат статистической обработки изменяющегося относительного напряжения сети при подключении ТС. Конструктивно фликерметр состоит из ряда блоков, моделирующих цепь восприятия «свет-человек-мозг», и блока статистической обработки для вычисления дозы фликера (различают кратковременную и долговременную дозу фликера).

Создание амплитудной модуляции питающего напряжения синусоидальной формы или меандра с помощью программируемого ИП (рис. 1) позволяет оценить ожидаемое значение фликера и тем самым проверить правильность работы ПО по оценке фликера. Полученные результаты (рис. 4) показали хорошее совпадение, тем самым подтвердив работоспособность предложенного подхода.

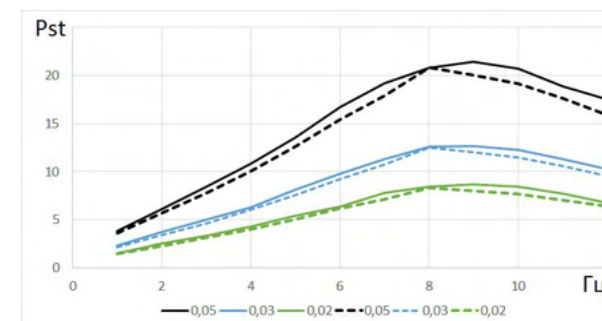


Рис. 4. Сравнительные результаты (расчет и измерение) фликера Pst для питания с разной AM (глубина и частота)

## Выводы

1. Для проведения межлабораторных сличений при измерениях вносимых искажений в линиях питания предложено использовать программируемый источник питания с вводимыми априорно искажениями сети питания.
2. Результаты опробования подхода для измерений вносимых гармоник, изменений и отклонений напряжения, а также фликера показали работоспособность предложенного подхода.

## Литература


1. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Часть XI. Электрическое оборудование. СПб, ФАУ «Российский морской регистр судоходства», 2019.
2. ГОСТ IEC 61000-3-2-2017. Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с входным током не более 16 А в одной фазе). Введ. 2018-12-01. М.: Стандартинформ, 2018.
3. ГОСТ IEC 61000-3-3-2015. Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-3. Нормы. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемого к сети электропитания без особых условий. Введ. 2016-03-01. М.: Стандартинформ, 2016.
4. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Введ. 2019-09-01. М.: Стандартинформ, 2021.

Мероприятие под названием «Требования новых стандартов по антистатической защите электронных и приборных производств», прошедшее 31 мая в Москве, организовано совместно с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

# ПОД НОВЫМ СТАНДАРТОМ

Компания «Диполь» провела межрегиональный научно-практический семинар по электростатической защите электронных устройств.



В основную программу семинара вошли обзор содержания новых национальных и межрегиональных стандартов, обсуждение системы требований по антистатической защите, Программы национальной стандартизации до 2025 года, вопросов практической реализации требований современных стандартов на предприятиях электроники и приборостроения. 



Приглашаем принять участие в мероприятиях, организованных ГК «Диполь» — **АНОНСЫ СОБЫТИЙ**



# КАЧЕСТВО, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО

Актуальные методы контроля качества при проведении монтажа электронных компонентов



**Константин Лапотко**  
Главный конструктор,  
компания «Диполь»  
[lapotko@gvtek.ru](mailto:lapotko@gvtek.ru)

Качество монтажа электронных компонентов — основной критерий работоспособности электронных устройств. Но итоговое качество продукции зависит не только от уровня проведения монтажа компонентов на печатные платы, но и от столь важного фактора, как исходные комплектующие. Соответственно, к обязательным операциям в технологическом процессе производственной цепочки изготовления электронных устройств следует относить все виды инспекции — от входного контроля комплектующих до контроля качества монтажа компонентов. Такой подход позволяет не только обнаружить все основные дефекты, но и помочь выявить и устранить причину их возникновения, а в конечном счете — повысить процент исправной продукции.

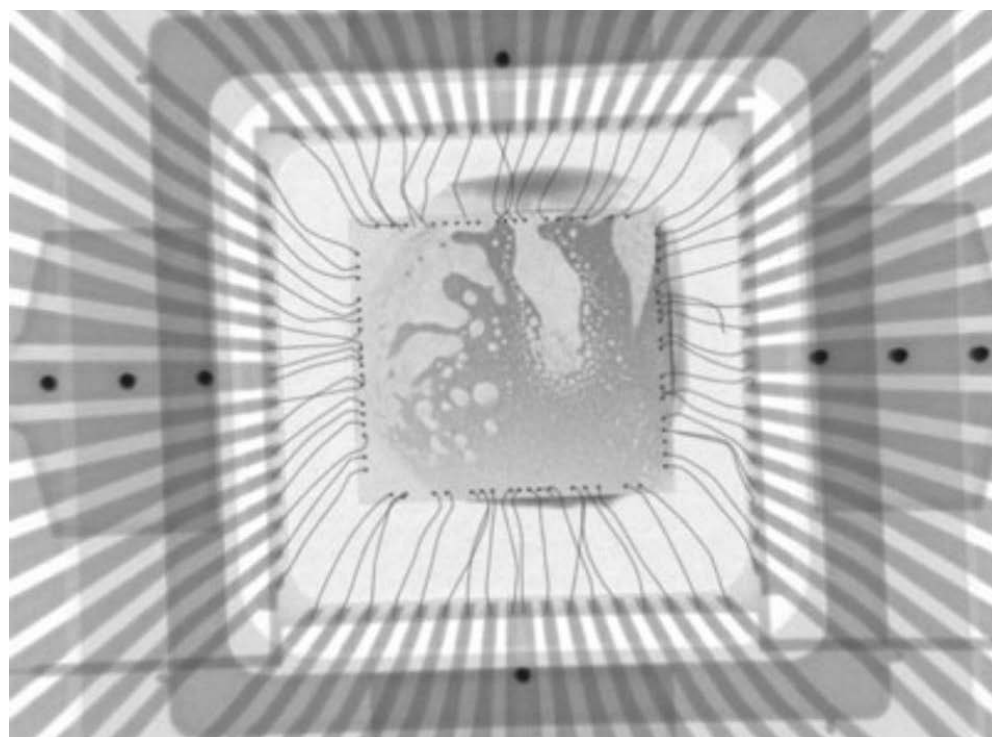


Рис. 1. Брак микросхемы, обнаруженный рентгеновской установкой на входном контроле

### Входной контроль

Проведение входного контроля комплектующих является очень важной операцией, так как позволяет существенно экономить ресурсы, исключив выпуск заведомо некачественной продукции.

К основным дефектам, выявляемым при входном контроле комплектующих, относятся:

- несоответствие спецификации изделия;
- брак производителя;
- контрафакт;
- механические повреждения.

### Контроль качества монтажа компонентов

Процедуры, предназначенные для проверки качества монтажа, способны определить следующие основные дефекты:

- отсутствие компонентов;
- смещение и поворот компонентов;
- наличие замыканий;
- холодная пайка;
- наличие пустот;
- дефекты при монтаже BGA (Ball Grid Array — специальная форма корпуса чипа, при которой выводы представляют массив шариков припоя, расположенный под корпусом микросхемы).

Контроль качества монтажа компонентов позволяет выявить как ошибки проектирования (неправильный выбор материалов, неудачный выбор посадочных мест под компоненты, размещение компонентов, не подходящее для выбранной технологии монтажа), так и ошибки настройки оборудования при разработке технологического процесса (например, неправильные температурные режимы, неверный подбор материалов).

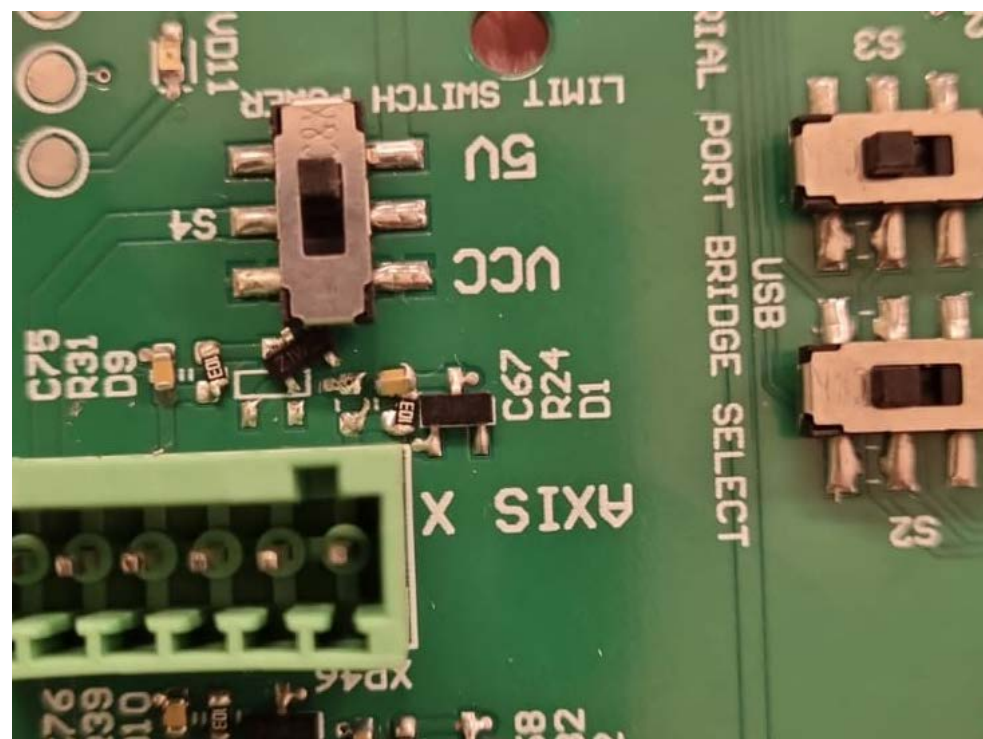


Рис. 2. На иллюстрации видно, что ошибка в настройке техпроцесса привела к тому, что некоторые компоненты «съехали» со своих посадочных мест

### Разрушающий и неразрушающий контроль

Методы контроля можно разделить на две группы: разрушающие и неразрушающие. Разрушающие методы контроля позволяют практически гарантированно выявлять большинство дефектов, но обладают главным недостатком, скрывающимся в их названии. Разрушающие методы контроля применяются в основном в следующих случаях:

- выборочный контроль партии особо важных изделий;
- выявление глубинных причин дефекта, обнаруженного при неразрушающем контроле;
- определение причин отказа неработоспособных изделий.

При этом чаще всего на производстве находят применение неразрушающие методы контроля качества, с помощью которых удастся обнаруживать практически все дефекты, оставляя прошедшую контроль продукцию пригодной для дальнейшего использования.

### Основные неразрушающие методы контроля качества монтажа

При производстве электронных изделий существует четыре основных метода контроля:

- визуальный;
- оптический;
- электрический;
- рентгеновский.

### Визуальный контроль

Это один из традиционных и одновременно самых простых методов, при котором сотрудник проводит контроль качества визуально.

Данный способ относится к основным методам входного контроля, позволяет легко обнаруживать многие дефекты невооруженным глазом, в том числе:

- отсутствие компонентов;
- несоответствие маркировки;
- механические повреждения;
- смещение компонентов.

### Автоматический оптический контроль

По сравнению с визуальным контролем система автоматической оптической инспекции имеет следующие преимущества:

- частично исключаются недостатки человеческого фактора;
- повышается производительность за счет автоматизации;
- может применяться не только для итогового контроля качества пайки компонентов, но и на других этапах технологического процесса для межоперационного контроля операций — нанесения паяльной пасты, позиционирования компонентов, отверждения адгезива и т. д.

Сейчас методика проведения инспекции сводится к тому, что рабочая область (так называемое поле зрения) подсвечивается двух- или трехцветным свечением «слоями». Конкретно при контроле качества пайки это позволяет оценить качество и высоту галтели смачивания — капли припоя, фиксирующей SMD-компонент. Формируемая ярусная подсветка фиксируется камерами и автоматически анализируется машинным зрением, выявляющим дефекты.



Рис. 4. Система автоматической оптической инспекции Zenith UHS

Сейчас основным инструментом операторов, выполняющих визуальный контроль, — видеомикроскоп. Во-первых, он помогает выявить более мелкие дефекты: непропаянные соединения, недостаток/избыток припоя, перемычки, загрязнения, малые смещения компонентов, холодную пайку, окисление контактов от перегрева и прочее.

Во-вторых, это оборудование комфортно для обслуживающего персонала. Раньше окуляры микроскопов располагались вертикально, поэтому всю рабочую смену оператор проводил в неестественной, неудобной позе. В результате вместе с нагрузкой на глаза создавалось дополнительное негативное влияние на шею и позвоночник, что приводило к развитию профессиональных заболеваний. Современные модели микроскопов строятся на базе FHD-видеокамер, которые транслируют изображение на монитор. Исследуемую печатную плату укладывают на плавающий антистатический столик с электронным управлением. Существуют также мобильные видеомикроскопы, которые позволяют обследовать платы, не снимая их с посадочного места. Они особенно удобны при ремонте крупных электронных приборов.

Несмотря на очевидные достоинства, такие как низкая стоимость оборудования и простота использования, визуальный метод контроля имеет определенные недостатки: большие временные затраты, присутствие профессионального оператора, невозможность обнаруживать многие типы дефектов. Поэтому визуальный контроль не должен являться единственным методом контроля качества, однако может активно применяться при входном контроле, а также как промежуточный метод контроля, позволяя оперативно обнаруживать явные крупные дефекты и снижая нагрузку на последующие методы контроля.

В частности, зрение может сравнивать итоговое изображение печатной платы с исходными CAD-файлами для определения смещения или отсутствия компонентов.

Дополнительно подобные системы могут быть оснащены источниками лазерной подсветки, чтобы проводить исследования в трех плоскостях, измеряя, например, высоту установки компонентов. Такой метод контроля под названием full-3D-инспекция способен обнаруживать следующие дефекты:

- отсутствие компонентов;
- любые дефекты размещения компонентов (сдвиг, поворот, смещение выводов и т.д.);
- перемычки между контактами;
- кромки припоя.

Системы автоматической оптической инспекции обычно имеют дополнительные программные опции, благодаря которым, с одной стороны, можно повысить точность и скорость проведения контроля, а с другой — проводить анализ причин возникновения дефектов.



Рис. 3. Цифровой микроскоп для проведения визуального контроля Inspec HD 720p/HD 1080p производства ASH Technologies

Данные системы пользуются большой популярностью при изготовлении электроники, поскольку на их основе строятся сложные, многозадачные системы машинного зрения, тесно интегрирующиеся в технологический процесс и участвующие не в одном, а в целой серии основных этапов производства. Однако, являясь логическим развитием средств визуального контроля, подобные системы обладают существенным недостатком: они не способны обнаруживать все возможные дефекты. В частности, оптическим системам физически не доступны дефекты, расположенные под корпусами элементов (BGA-компоненты, многоконтактные разъемы), а также внутренние дефекты, как изначально имеющиеся внутри компонентов, так и возникшие в результате нарушения технологии монтажа компонентов.

### Электрический контроль

Метод применяется как для проверки несмонтированных печатных плат с целью контроля качества их изготовления, так и для смонтированных печатных плат. Данный подход позволяет определять короткие замыкания, отсутствие соединений, измерять основные электрические параметры, а также проверять функциональность активных и пассивных компонентов.

Электрический метод контроля основан на измерении параметров цепей при пропускании электрического тока через систему контактирования установки контроля с тестируемым образцом.

Главный недостаток метода — сложность определения типа неисправности и необходимость либо прибегать к дополнительным способам контроля, либо переводить изделие в разряд брака без определения типа и причины возникновения дефекта. Метод нашел успешное применение при изготовлении печатных плат, позволяя с высокой скоростью и степенью автоматизации выполнять контроль качества их изготовления. Электрический контроль находит применение и при инспекции готовых изделий, но вследствие невысокой универсальности используется не столь широко, как остальные методы.

### Рентгеновский контроль

Рентгеновский контроль является наиболее универсальным методом неразрушающего контроля качества при производстве электроники, с помощью которого можно находить наибольшее количество дефектов.

Это единственный метод обнаружения дефектов, локализованных в визуально недоступных местах изделия (под компонентами, внутри корпусов).



Рис. 5. Промышленная система рентгеновского контроля CPK-1000 производства «Диполь»

Данный метод похож на визуальный или оптический, когда оператор проводит анализ изображения изделия или его отдельных частей. Основное отличие — использование изображения, полученного за счет просвечивания объекта контроля рентгеновским излучением с регистрацией изображения на цифровом детекторе.

Такой подход позволяет просматривать объекты контроля насквозь и обнаруживать максимально широкий спектр дефектов в местах, недоступных для контроля при использовании других методов (под корпусами компонентов, внутри корпусов компонентов и изделий, в промежуточных слоях многослойных печатных плат, в переходных и монтажных отверстиях):

- пустоты внутри соединений;
- дефекты при монтаже BGA-компонентов;
- разрыв или отсутствие проволочных соединений в чипе;
- дефект или отсутствие чипа в корпусе;
- дефекты внутренних слоев и переходных отверстий печатных плат.

Рентгеновский контроль находит свое применение на всех этапах производства электроники: входном, межоперационном, выходном контроле, при ремонте и анализе неисправностей в процессе эксплуатации изделий.


Несмотря на огромные возможности и универсальность применения, данный метод также не лишен недостатков: невысокая скорость, зависимость от квалификации оператора, высокая стоимость оборудования. Все это препятствует широкому распространению систем рентгеновского контроля, в связи с чем их покупка и использование становятся прерогативой либо крупных производственных компаний, либо компаний, выпускающих продукцию, к качеству которой заказчиком или нормативной документацией предъявляются особенно высокие требования.

### Общие принципы организации контроля при монтаже электронных компонентов

Учитывая особенности и недостатки существующих методов контроля, можно заключить, что ни один из них не является универсальным. В связи с этим обеспечение необходимого уровня качества требует комплексного подхода с использованием нескольких способов проверки качества изделий.

Например, хорошо зарекомендовала себя схема двухступенчатого контроля, когда «быстрыми» методами проводится сплошной контроль продукции, а «медленными», но более эффективными — выборочный контроль партии. В любом случае, для организации эффективного и экономически целесообразного контроля необходимо учесть большое количество факторов: номенклатуру изделий, объем производства, требования заказчика и нормативной документации, а также посчитать и сравнить стоимость контроля продукции и появления брака. Все это непростые задачи, но их необходимо решать. Правильно организованный контроль повышает экономическую эффективность производства и существенно снижает риски при выпуске электронных устройств. ■





# СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

С 18 по 20 апреля в петербургском  
офисе компании «Диполь» проводился  
информационно-технический тренинг  
«Технология поверхностного монтажа (SMT)».



Тренинг является эксклюзивной разработкой сотрудников научно-технологической службы «Диполь». Его программа рассчитана на практические задачи специалистов радиоэлектронной отрасли.


В течение трех дней участники курса — технологи и инженеры, представители российских и белорусских предприятий — познакомились с важными аспектами поверхностного монтажа (SMT): от характеристик печатных плат и видов компонентов до технологической цепочки сборки печатных узлов, процессов нанесения материалов (паяльной пасты) и пайки оплавлением. Много внимания было уделено тонкостям работы с современными компонентами (микросхемы в корпусах BGA, QFN и т. д.), свойствам паяльных паст, особенностям проектирования трафаретов, нюансам процедуры термопрофилирования. В ходе мероприятия были рассмотрены и современные зарубежные стандарты в данной области.

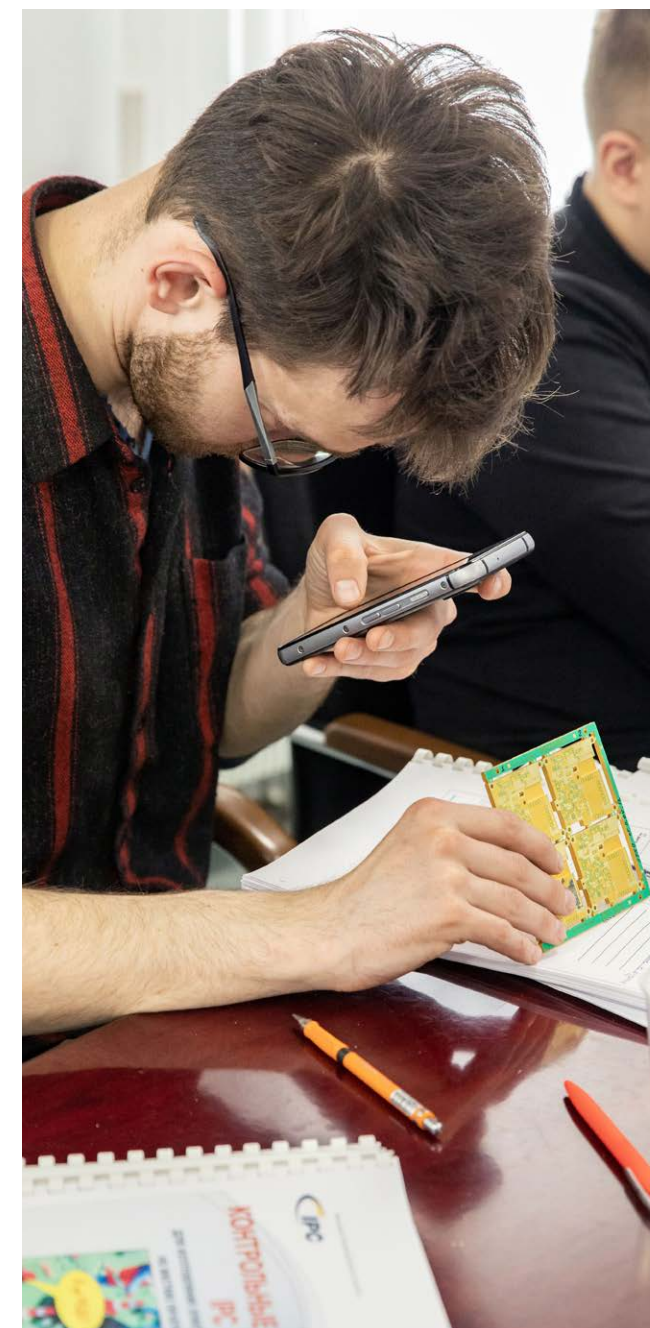
Важно отметить, что тренинг не ориентирован на конкретные марки оборудования и обучающиеся могли обсудить с преподавателями возможные дефекты и особенности технологии, используя для этого образцы продукции своих предприятий, а также получить рекомендации по подбору применяемых материалов.

По результатам тренинга участники получили сертификаты международного образца.

Данный учебный курс будет регулярно проводиться в Санкт-Петербурге и Москве. В настоящее время формируются новые группы. Заявку на участие в тренинге «Технология поверхностного монтажа (SMT)» следует направлять по адресу [info@dipaul.ru](mailto:info@dipaul.ru) (с пометкой «Тренинг»).

#### Для справки

- Авторы и ведущие курса:
  - **Александр Деготь**, инженер-технолог научно-технологической службы «Диполь». Опыт работы в сфере радиоэлектроники превышает сорок лет.
  - **Алексей Бурцев**, инженер-технолог, участник международных проектов по оснащению предприятий. 



Приглашаем принять участие в мероприятиях, организованных ГК «Диполь» — **АНОНСЫ СОБЫТИЙ**





## ЧИСТО ПЛАЗМА

Производитель Femtoscience (Южная Корея) представил на российском рынке несколько модификаций установок плазменной очистки. Данное оборудование предназначено для плазмохимической обработки полупроводниковых пластин, керамических подложек, печатных плат, стекла, кварца и других изделий и материалов. Основное назначение установок — плазменная активация поверхностей, создание гидрофильных или гидрофобных поверхностей, плазменное или реактивно-ионное травление, микрофлюидика, точное приборостроение.



Установка плазменной очистки COVANCE-2MP

Плазменная очистка и активация поверхности — наиболее распространенные плазменные процессы. В ходе плазменной очистки поверхность материала физически очищается от загрязнений благодаря бомбардировке ионами газа, а также химически — за счет химических реакций. Загрязнения переводятся в газовую фазу и удаляются из камеры откачной системой. В процессе активации на поверхности материала образуются активные радикалы, которые значительно повышают его адгезионные свойства и химическую активность.

Различные варианты материалов камеры (алюминий, кварц) и типов генераторов (20–100 кГц или 13,56 МГц) позволяют получить конфигурацию оборудования, оптимальную для выполнения определенных задач.

Из имеющихся установок плазменной очистки особо следует выделить не имеющую аналогов линейку установок CIONE с двумя активными электродами (верхним и нижним), обеспечивающими работу в режиме плазменного травления (PE) или реактивного ионного травления РИТ (RIE) — в зависимости от заданного рецепта. Управление установкой осуществляется при помощи встроенного сенсорного дисплея с GUI-интерфейсом.

Основные преимущества установок Femtoscience — компактность, простота использования, функциональность и подтвержденная надежность. Установки плазменной очистки Femtoscience хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации в высших образовательных учреждениях, научно-исследовательских лабораториях и на производствах электронной техники.

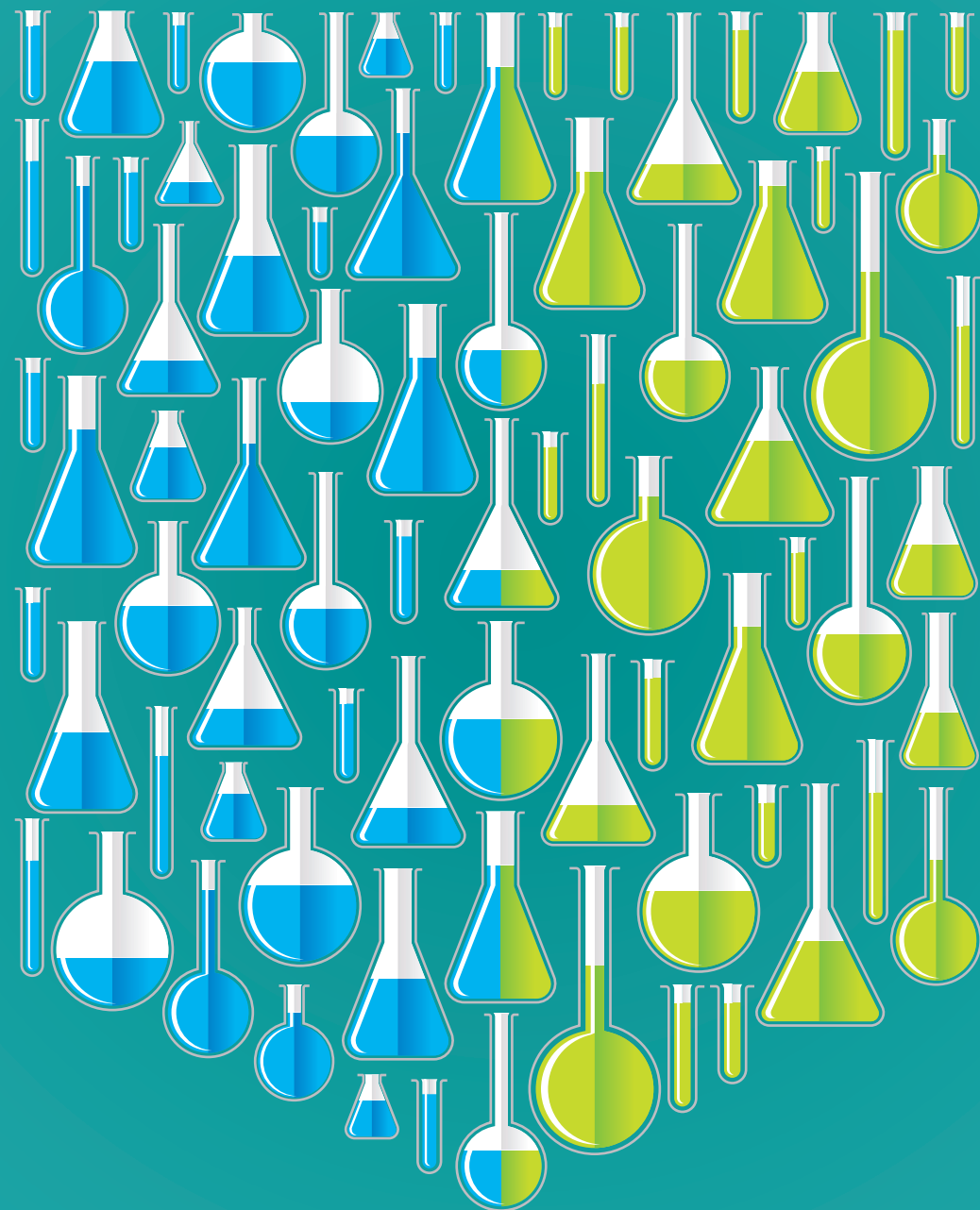
Таблица. Технические характеристики установок плазменной очистки Femtoscience

	CIONE6-RF-2MP	CIONE4-LF-2MP	COVANCE-2MP	CUTE-2M
Материал камеры	Прямоугольная алюминиевая камера с дверцей			
Размеры камеры (Ш×Г×В)	200×220×160 мм	140×200×110 мм	140×200×110 мм	140×200×110 мм
Газовая система	Цифровые PPG, 2 шт. (O <sub>2</sub> , Ar) Линия продувки и напуска			
Вакуумный насос	В комплекте			
Генератор плазмы	13,56 МГц (PE+RIE) Макс. 600 Вт	20–100 кГц (PE+RIE) Макс. 100 Вт	20–100 кГц (PE) Макс. 100 Вт	20–100 кГц (PE) Макс. 100 Вт
Управление	Ручное или автоматическое (по рецепту) Цветной сенсорный дисплей 7"			
Датчик давления	Пирани			
Размеры установки (Ш×Г×В)	600×730×730 мм	440×500×560 мм	510×525×640 мм	440×500×560 мм

Перечисленные модели оборудования находятся в России и доступны для демонстрации в головном офисе компании «Диполь» в Санкт-Петербурге.

Для приобретения установок плазменной очистки производителя Femtoscience можно обратиться в компанию «Диполь» по электронной почте: [micro@dipaul.ru](mailto:micro@dipaul.ru), а также по телефону: +7 (812) 702-12-66.

# ПРОДУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



Основные принципы подбора  
лабораторной мебели



**Алексей Филипченко**

Руководитель направления  
розничных продаж,  
компания «Диполь»

[AVF@dipaul.ru](mailto:AVF@dipaul.ru)

Оснащение рабочих  
помещений качественной  
лабораторной мебелью —  
залог не только продуктивной  
работы, но и безопасности.

От того, насколько продумана и надежна конструкция, напрямую зависит удобство сотрудников и уровень травмобезопасности. Кроме того, если установленное оснащение при штатной эксплуатации не способно прослужить и нескольких лет, это выливается в дополнительную статью расходов. Чтобы этого не произошло, при выборе лабораторной мебели следует ориентироваться на подходы, проверенные практикой.

## Общие принципы подбора

На правильный выбор влияют два базовых фактора.

**Первый:** оснащение рабочего помещения должно соответствовать его назначению. К примеру, для лабораторий важно использование химически стойких материалов, для безопасной работы — установка вытяжных шкафов, для работы с электрооборудованием — наличие розеток на рабочих местах.

**Второй:** фактор универсальный и вне зависимости от предполагаемого предназначения предъявляет требования безопасности, надежности, функциональности и удобства.



Пример рабочего помещения, оснащенного лабораторной мебелью

## Классификация назначения лабораторной мебели

По своему назначению лабораторную мебель можно подразделить на следующие основные группы:

### Мебель для работы с опасными веществами

Это в первую очередь различные виды вытяжных шкафов. Например, универсальные, специализированные, для мойки посуды, взрывозащищенные.



Вытяжной металлический шкаф VIKING LAB

### Мебель для основной работы

К этой группе относятся лабораторные столы.

Стол — незаменимое оборудование для базовых операций. Они бывают следующих видов:

- пристенные;
- угловые;
- островные;
- подкатные;
- универсальные;
- специальные (весовые, для титрования, столы-мойки, электрифицированные).



Стол-мойка лабораторный VIKING LAB



Стол лабораторный Гамма VIKING LAB с надстройками

## Мебель лабораторная для хранения

Представляет различные системы хранения. Шкафы, стеллажи, тумбы — необходимы для хранения реагентов, материалов и инструмента, помогают рационально организовать рабочие места.

- Основные конструктивы:
- ✦ подкатные;
  - ✦ стационарные;
  - ✦ с распашными дверцами;
  - ✦ с раздвижными дверцами;
  - ✦ с ящиками;
  - ✦ с полками.



## Табуреты, скамьи, стулья, кресла

Это оборудование обязательно для удобства работников, различается наличием колесиков, регулировкой наклона спинки, высоты и прочими настройками.



Определившись с перечнем необходимого оборудования, дальнейший выбор строят на основных критериях надежности и удобства.

## Вопросы безопасности

Специалисты выделяют три главных параметра, определяющих безопасное использование специальной мебели.

### 1. Прочность конструкции.

Конструкция должна обеспечивать устойчивость на полу, отсутствие деформаций и раскачивания под нагрузкой. Даже небольшое колебание может привести, например, к разлитию реагентов, поэтому «правильная» лабораторная мебель обязательно снабжается регулируемыми ножками, позволяющими практически нивелировать возможные люфты.

### 2. Используемый материал.

Материалы, применяемые при изготовлении лабораторной мебели, должны быть безопасными для человека и стойкими к внешним воздействиям и агрессивным веществам. В том числе к химикатам, используемым для частой антисептической обработки. По этой причине обычная офисная мебель, даже если речь идет о шкафах для одежды, не может эффективно эксплуатироваться в лабораториях, поскольку быстро изнашивается из-за антисептической обработки.

### 3. Практичность и эргономика.

При разработке лабораторной мебели опытный производитель старается соблюсти баланс между эстетикой дизайна и более важной практичностью использования. Предпочтительны простые геометрические формы с безопасными закругленными углами, без выступов и углублений. У мебели не должны присутствовать фигурные выступающие элементы (например, ручки и декор), усложняющие процедуру очистки.

Важно убедиться, что специализированная мебель изготавливается на основе регламентирующей документации (ГОСТ 18325-80, ГОСТ 19917-2014 или ГОСТ 20400-2013), обеспечивающей безопасность при эксплуатации.

## Надежность материалов

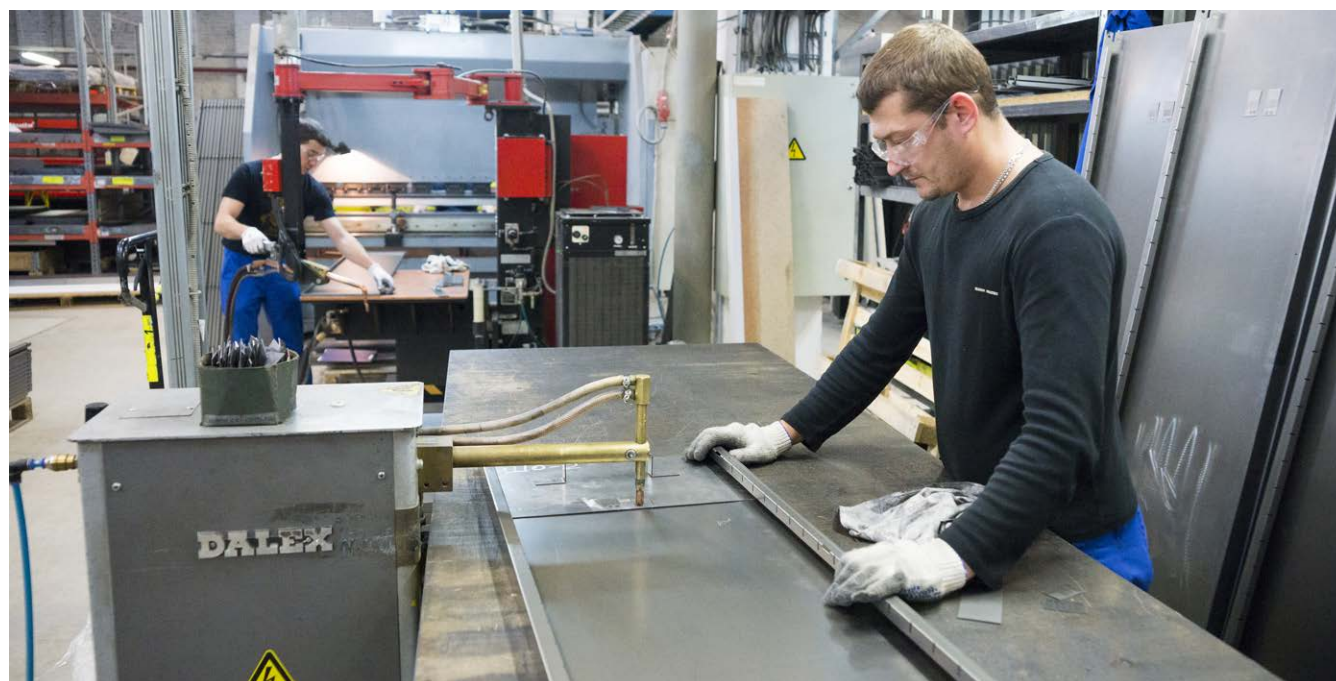
За износостойкость лабораторной мебели отвечает металлический каркас. Он обеспечивает геометрическую стабильность и стойкость к деформации под различными видами нагрузки.

Существует два вида каркаса:

- Сварной. Отличается прочностью и надежностью.
- Сборный. Состоит из системы креплений деталей, винтов и заклепок. Такой каркас обладает рядом преимуществ перед сварными образцами: возможность регулировки, удобство транспортировки и размещения.

В зависимости от используемых материалов выделяют три базовых типа мебели:

- Металлическая. Полностью изготовлена из металлопроката. Чаще используется сталь, нержавеющая сталь, алюминий. Эти виды металла химически инертны, поверхности на их основе быстро чистятся, прочны и пожаробезопасны. Данная мебель отличается длительным сроком службы.
- Полипропиленовая. Каркас обшивается полипропиленовыми листами. Состав полипропиленовых материалов варьируется, придавая мебели те или иные дополнительные свойства (термостойкость, антистатичность, устойчивость к растворителям, кислотам и щелочам).
- Корпусная. Мебель производится из ламинированной древесно-стружечной плиты (ЛДСП), но в отличие от ДСП для офисной мебели обрабатывается защитной пропиткой. Это самая доступная по стоимости мебель, но она ограничена в сферах применения и лучше всего подходит для эксплуатации в нормальных (неагрессивных) условиях.



## Функциональность и удобство

Конкретное рабочее место имеет собственный функционал и техническое оснащение, поэтому наиболее профессиональным подходом является изготовление лабораторной мебели на заказ под конкретные задачи.

Как показывает практика, традиционные мебельные производства не готовы предложить полный набор материалов, необходимых для изготовления специализированной мебели. Поэтому опытные пользователи обращаются к компаниям, специализирующимся на выпуске мебели для лабораторий. Такие производители предлагают гораздо более удобный подход в виде конструктора из готового набора модулей, которыми можно оснастить лабораторию под любой тип профессиональных задач.

Сравнение лабораторной мебели с изделиями из обычных мебельных мастерских будет не в пользу последних.



Материалы, применяемые при изготовлении лабораторной мебели, должны быть безопасными для человека и стойкими к внешним воздействиям и агрессивным веществам. В том числе к химикатам, используемым для частой антисептической обработки.

## Подводя итоги

Выбирая те или иные параметры лабораторной мебели, лучше ориентироваться на конкретные задачи. Безусловно, наиболее надежной, долговечной и безопасной является металлическая мебель.

Для того чтобы подобрать лабораторную мебель по оптимальному сценарию, следует обратиться к специализированному производителю, заказав изготовление необходимого оснащения из доступных модулей и лабораторных материалов с учетом условий эксплуатации и выполняемых технологических операций.

Обращаться в обычные мебельные мастерские, как и приобретать стандартную офисную мебель, не целесообразно. Такая мебель не обеспечивает необходимый уровень безопасности и быстро изнашивается. При этом кажущаяся экономия оборачивается дополнительными расходами.





**VIKING LAB**

# **ЗАЩИТА ОТ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ**

В линейке лабораторной мебели бренда VIKING представлено оборудование для безопасного взаимодействия с агрессивными химическими веществами.

Вытяжные комбинированные шкафы LLC-MPP VIKING LAB с камерой LLC-MPP VIKING LAB позволяют обезопасить оператора во время работы с большим спектром различных химических веществ: концентрированными кислотами и щелочами, включая такие неорганические концентрированные кислоты, как азотная, серная, соляная, плавиковая и их пары. Надежность обеспечивается в том числе отсутствием внутри камеры деталей, способных подвергаться коррозии.

Камера поставляется в собранном виде, имеет три зоны вытяжки и выполнена из металла с химически стойкой краской RAL9010 (внутреннее исполнение — полипропилен). Усиленное металлическое основание регулируется по высоте (в пределах 650–900 мм) и выдерживает нагрузку до 300 кг.

В верхней части вытяжные шкафы имеют отверстие для подключения к системе вентиляции, нижняя тумба изготавливается из металла и поставляется отдельно.

В базовой комплектации шкафов предусмотрен защитный экран из противоударного стекла, брызгозащитные розетки с заземлением, полипропиленовый фланец, бортики для столешниц.

В числе новинок есть и защитные полипропиленовые панели 1/2 IPC-LLC-XX, предназначенные для безопасной работы с вытяжным шкафом LLC VIKING LAB.

Эта запатентованная разработка представляет три пластины из полипропилена толщиной 4 мм. Благодаря магнитной системе креплений панели легко устанавливаются внутрь металлического вытяжного шкафа.

Рабочая зона камеры, облицованная съемными полипропиленовыми панелями, позволяет использовать вытяжной шкаф для работы с концентрированными кислотами и щелочами.



Таблица испытаний на химическую стойкость материалов столешниц

№	Химический реагент						
		ЛДСП	HPL+	Полипропилен	Керамогранит	Нержавеющая сталь	Натуральный гранит
01	Азотная кислота (65%) конц.	●●●●	●●●●	●●●●	●	●	●
02	Азотная кислота разб. (10%)	●●●●	●	●	●	●●●●	●
03	Серная кислота (96%) конц.	●●●●	●●●●	●	●	●	●
04	Серная кислота разб. (10%)	●●●●	●	●	●	●●●●	●
05	Азотная и серные конц-ые кислоты (1:3)	●●●●	●●●●	●●●●	●	●	●
06	Плавиковая кислота (37%)	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
07	Соляная кислота (37%) конц.	●●●●	●	●	●	●●●●	●
08	Соляная кислота разб. (10%)	●●●●	●	●	●	●●●●	●
09	Фосфорная кислота (73%)	●●●●	●	●	●	●	●
10	Хромовая кислота (60%)	●●●●	●●●●	●	●	●●●●	●
11	Дихромат натрия	●	●	●	●	●	●
12	Дихромат калия (р-р в серной кислоте конц.)	●●●●	●	●	●	●	●
13	Аммиак (28%)	●	●	●	●	●	●
14	Трихлоруксусная кислота	●●●●	●	●	●	●	●
15	Ледяная уксусная кислота	●●●●	●	●	●	●	●
16	Перекись водорода (33%)	●●●●	●	●	●	●	●
17	Гидроксид натрия (50%)	●	●	●●●●	●	●	●
18	Гидроксид натрия (10%)	●	●	●●●●	●	●	●
19	Гидроксид калия (50%)	●●●●	●	●●●●	●	●	●
20	Гидроксид калия (10%)	●	●	●	●	●	●
21	Ацетон	●	●●●●	●	●	●	●
22	Толуол	●	●●●●	●●●●	●	●	●
23	Гексан	●	●	●●●●	●	●	●
24	Диоксан	●	●	●●●●	●	●	●
25	Бутилацетат, уайт-спирит, о-ксилол (1:1:1)	●	●	●●●●	●	●	●
26	Бензол	●	●●●●	●	●	●	●
27	Дихлорэтан	●	●	●	●	●	●
28	Дихлорметан	●	●	●●●●	●	●	●
29	Карбоновая кислота, фенол (90%)	●	●	●	●	●	●
30	Метилэтил кетон	●	●	●	●	●	●
31	Четырех-хлористый углерод	●	●	●●●●	●	●	●
32	Диметилформамид	●	●	●	●	●	●
33	Калия перманганат р-р	●●●●	●●●●	●●●●	●	●●●●	●
34	Йод р-р	●●●●	●●●●	●●●●	●	●●●●	●
35	Бромфеновый синий (0,1%)	●●●●	●	●	●	●	●
36	Метиловый красный (0,1%)	●●●●	●●●●	●	●	●	●
37	Метиловый оранжевый (0,1%)	●●●●	●	●●●●	●	●	●
38	Метиловый синий (0,1%)	●●●●	●●●●	●	●	●	●
39	Фенолфталеин (0,1%)	●	●	●	●	●	●
Абразивная стойкость (царапание)		●●●●	●●●●	●●●●	●	●	●
Ударопрочность		●●●●	●	●●●●	●	●	●
100 градусов Цельсия		●●●●	●	●●●●	●	●	●
150 градусов Цельсия		●●●●	●	●●●●	●	●	●
200 градусов Цельсия			●●●●	●	●	●	●
300 градусов Цельсия			●●●●	●	●	●	●

●●●● — признаки разрушения поверхности ●●●● — пятно ●●●● — слабо заметное пятно ● — нет следов взаимодействия

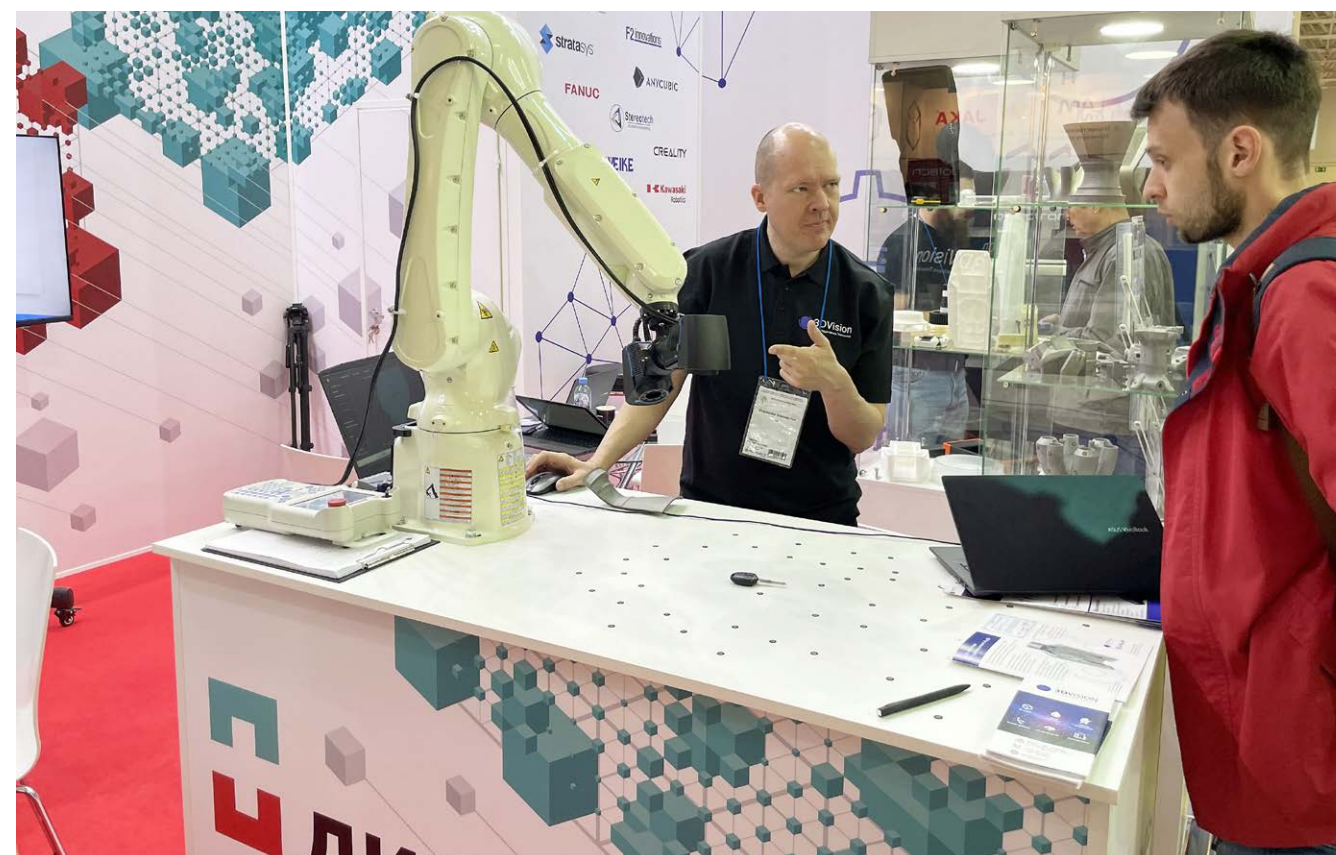


# МЕТАЛЛ ПРАВИЛЬНОГО ПОДХОДА ТРЕБУЕТ

Компания «Диполь» приняла участие  
в международной специализированной  
выставке «Металлообработка-2023»

«Металлообработка» — традиционное отраслевое событие, которое проводится с 1984 года и признано крупнейшим в России и СНГ проектом в области станкостроения.

В течение 40 лет выставка регулярно собирает лучших специалистов и крупнейшие компании России, стран СНГ, Ближнего и Дальнего Востока и других станкостроительных регионов мира.



В этом году с 22 по 26 мая в ЦВК «Экспоцентр» в Москве на своем выставочном стенде специалисты компании «Диполь» представили современные решения в области аддитивных технологий:

- 3D-принтер EPlus-3D® (КНР) для печати изделий из металлов (технология печати – SLM, размер рабочей камеры – 260 x 260 x 390 мм);
- 3D-сканеры Shining3D® (КНР) для метрологических измерений и реверс-инжиниринга (сканирование с линейным размером до 10-15 метров);

- профессиональные 3D-принтеры для печати изделий из различных пластиков, решения для вакуумного литья, образцы изделий и оснастки из различных материалов.

Посетители стенда смогли изучить оборудование и технологии 3D-печати и сканирования, получить практический опыт эксплуатации 3D-принтеров и сканеров, изучить функциональные образцы, напечатанные из различных материалов.



Приглашаем принять участие в мероприятиях, организованных ГК «Диполь» — **АНОНСЫ СОБЫТИЙ**

