

Январь 2026

Дайджест № 12

ЭКСПЕРТ+



П
Д ДИПОЛЬ



Событие

2

Хроники фотоники

На территории особой экономической зоны (ОЭЗ) «Технополис Москва» при участии министра промышленности и торговли Российской Федерации Антона Алиханова и мэра Москвы Сергея Собянина открыт Московский центр фотоники. Ведущим технологическим партнером проекта выступила группа компаний «Диполь».



Новость

6

ПРОрыв в реестр

Разработка группы компаний «Диполь» — серийная установка струйной отмывки печатных плат CM-16 ПРО внесена в Реестр российской промышленной продукции.

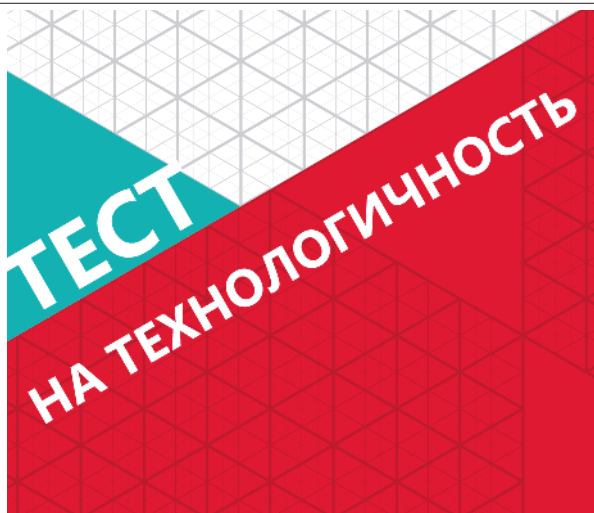


Событие

10

Тест на технологичность

С 21 по 23 октября в МВЦ «Крокус Экспо» в Москве проходила 22-я Международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования Testing & Control. Постоянный участник отраслевого мероприятия — группа компаний «Диполь».

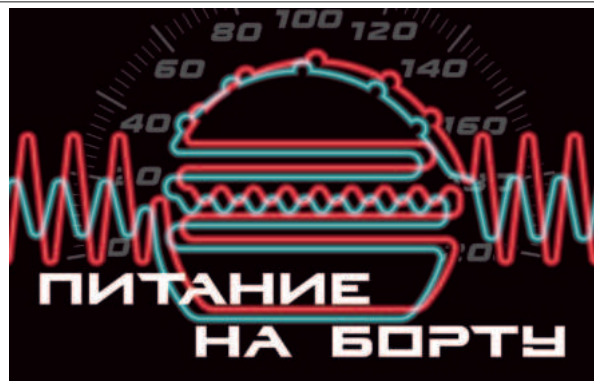


**Оборудование**

12

Питание на борту

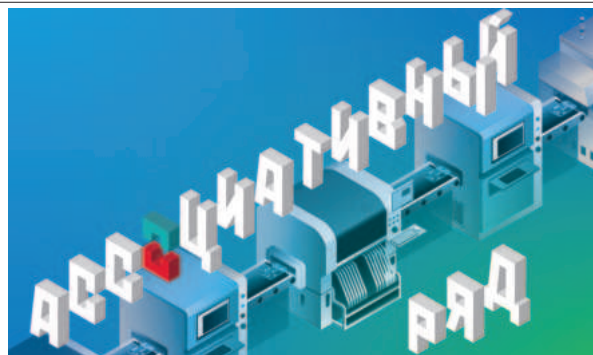
Электрические испытания компонентов автомобильной электроники. Обновленный стандарт ISO 21498-2.

**Событие**

18

Ассоциативный ряд

В ноябре Ассоциация российских разработчиков и производителей электроники (АРПЭ) пополнилась новым участником.

**Событие**

20

В числе первых

В октябре в парк-отеле «Свежий ветер» в Московской области состоялся первый Всероссийский научно-технический форум «Электромагнитная совместимость».

**Знания**

30

Профессиональная организация

Группа компаний «Диполь» продолжает цикл семинаров, посвященных организации производства электроники в современных условиях.



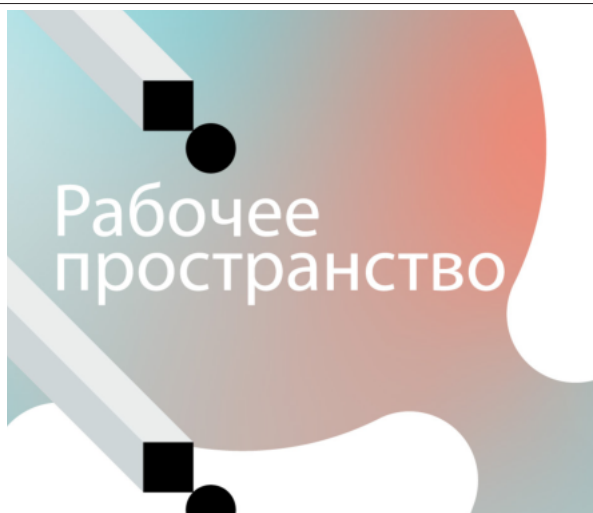


Событие

32

Рабочее пространство

С 10 по 13 октября в Москве в ВК «Тимирязев Центр» прошла 28-я Международная выставка химической промышленности и науки «Химия-2025». Группа компаний «Диполь» представила лабораторную мебель VIKING LAB и оборудование для лабораторий.



Оборудование

36

Угадать с заменой

Лидерство в сегменте портативных калибраторов. Сравнительный анализ многофункциональных калибраторов Meatest 9000 и Calibro 143.



Событие

52

На атомном уровне

С 27 по 30 октября на федеральной территории «Сириус» проходила XIV Научно-техническая конференция «Ядерное приборостроение».





Новость

54

Электроника без зависимостей

25–27 ноября 2025 года в выставочном центре «Крокус Экспо» в Москве состоялась 4-я Международная выставка-форум «Электроника России». В деловой программе мероприятия приняли участие представители группы компаний «Диполь».



Новости

56

Новости научных открытий и технологических достижений

- Уплотнение со знаком плюс
- 120 Гбит в секунду
- Холодная физика


ДИПОЛЬ

Корпоративное информационное издание компании «Диполь».

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 — 58957 от 5 августа 2014 года.

Учредитель АО «Диполь Технологии».

Тираж 5000 шт. Распространяется бесплатно.

Редакционный совет:
Дарья ЖИНДЕЦКАЯ
Алексей СМЫШЛЯЕВ
Николай ЕРЁМКИН
Иван БОРОВЛЕВ

Главный редактор:
Алексей СМЫШЛЯЕВ

Арт-директор:
Николай ЕРЁМКИН

Дизайн:
Николай ЕРЁМКИН



Хроники фотоники



МОСКОВСКИЙ ЦЕНТР ФОТОНИКИ
P H O T O N I C S

На территории особой экономической зоны (ОЭЗ) «Технополис Москва» при участии министра промышленности и торговли Российской Федерации Антона Алиханова и мэра Москвы Сергея Собянина открыт Московский центр фотоники. Ведущим технологическим партнером проекта выступила группа компаний «Диполь».

Новое производство заявлено как единственный в России научно-промышленный центр, объединяющий компетенции сразу по трем технологиям — изготовлению базовых элементов продукции на основе фосфида индия, кремния-германия и кремния на изоляторе.



На территории первого в России производства фотонных интегральных схем (ФИС) будут изготавливаться устройства, позволяющие значительно повысить скорость передачи данных. Среди ключевых преимуществ ФИС:

- ✗ высокая скорость (свыше 100 Гбит) передачи и обработки информации: фотонные схемы могут работать на частотах, не доступных электронной технике;
- ✗ компактность и снижение энергопотребления: интеграция сразу нескольких функций на одном чипе уменьшает габариты устройств и их энергозатраты;
- ✗ критическая важность для развития квантовых технологий, современных телекоммуникаций и новых вычислительных платформ.

Изделия Центра должны стать основой для внедрения в России технологий 5G, развития беспилотного транспорта, строительства новых

центров обработки данных. Эта продукция будет востребована в телекоммуникациях, космической связи, биомедицине, а также в сфере искусственного интеллекта. Кроме того, ФИС московского производства станут ключевым элементом центров обработки данных нового поколения. Это позволит перейти на отечественную компонентную базу и обеспечить технологический суверенитет страны, а также высокий уровень защищенности и устойчивости критической информационной инфраструктуры.

В перспективе в Московском центре фотоники наладят выпуск оптических модулей — микросборок для компактных электронных устройств для высокоскоростной передачи данных по оптоволокну. Благодаря своим размерам и высокотехнологичной конструкции они упрощают подключение сетевого оборудования — например, серверов, коммутаторов, маршрутизаторов — к оптоволоконным линиям связи.

Центр сможет выпускать до 500 тысяч изделий в год.

Первые шесть месяцев предприятие будет работать в тестовом режиме. Перевести Центр в промышленную эксплуатацию планируется с 1 июня 2026 года.

Площадь предприятия — 26,7 тыс. квадратных метров. В ходе его строительства специалисты проложили 12 км внутренних инженерных коммуникаций. В результате объект обеспечен шестью мегаваттами электроэнергии, из которых два мегаватта (30%) отводят под резерв для обеспечения бесперебойной работы Центра.

Около 20% площади здания (6 тыс. квадратных метров) занимают помещения особо высокого класса чистоты ISO 5, ISO 6 и ISO 7, соответствующие международным стандартам. Такие помещения обеспечивают строгий контроль температуры и влажности, а также минимальный уровень содержания в воздухе различного рода частиц, которые могут негативно влиять на качество работы оборудования и изготавливаемой на нем продукции.

Центр оснастили современным высокотехнологичным оборудованием (57 единиц), которое позволит осуществлять уникальные технологические операции. На площадке Центра размещен уникальный для страны комплекс оборудования, эмерджентность которого позволяет серийно производить ФИС со скоростями 400 Гбит/с и более. В том числе в функционал комплекса входят проекционная литография до 90 нм, ионная имплантация, эпитаксия SiGe-фотодекторов, а также установки плазмохимического травления, химико-механической полировки и прочее высокотехнологичное оборудование.

В Московском центре фотоники планируется к внедрению первая в мире технология, обеспечивающая монолитную интеграцию базовых элементов фотонной интегральной схемы и лазера на единой подложке. Такой подход исключает необходимость гибридной сборки и открывает новые возможности для создания оптических систем. Развитие подобных технологий — часть плана по технологическому прорыву, основанному на уникальных для мировой практики решениях в области обработки и передачи данных со скоростью до 3,2 Тбит/с. Ни одна страна еще не внедрила полностью эти технологии.



При участии ГК «Диполь» мощности нового Центра оборудованы следующими технологическими решениями:

- установки для жидкостной обработки пластин как ванного типа (групповая обработка), так и поштучной;
- кластерная установка осаждения вольфрама;
- кластер магнетронного напыления металлов;
- установка безмасковой литографии;
- установка сортировки кристаллов;
- эллипсометр и рефлектометр для контроля толщины и оптических свойств пленок диэлектриков.



Установка сортировки кристаллов



Спектральный эллипсометр



Установки жидкостной обработки пластин ванного типа

Справка

Особая экономическая зона «Технополис Москва» — территория с особым юридическим статусом, на которой действует льготный режим предпринимательской деятельности для инвесторов. ОЭЗ была создана в 2006 году, но ее активное развитие началось после передачи проекта правительству Москвы в 2016-м. За девять лет ОЭЗ «Технополис Москва» стала крупнейшей в России как по объему инвестиций, так и по площадям работающих предприятий.

Ее резиденты освобождаются от имущественного, транспортного и земельного налогов на 10 лет с момента получения такого статуса. Ставка налога на прибыль для них составляет всего 2%. Действуют режим свободной таможенной зоны и льготы по аренде земли. По завершении строительства объекта недвижимости предоставляется возможность выкупить арендуемый земельный участок за 1% от его кадастровой стоимости.

Сегодня в ОЭЗ локализовано более 230 высокотехнологичных предприятий, из которых свыше 120 имеют статус резидента. Создано более 28 тыс. рабочих мест. Сформированы четыре межотраслевых кластера: фармацевтический, электромобилестроения, фотоники и микроэлектроники, беспилотных авиационных систем.

Площадь десяти площадок, на которых размещаются высокотехнологичные предприятия, превышает 390 га. В настоящее время в ОЭЗ построено свыше 2 млн квадратных метров промышленных и общественно-деловых площадей. К 2030 году планируется увеличить площади почти втрое — до 5,6 млн квадратных метров.

При подготовке статьи использованы материалы www.mos.ru 

СМ16

ПРОРЫВ В РЕЕСТР

Разработка группы компаний
«Диполь» — серийная
установка струйной отмывки
печатных плат СМ-16 ПРО
внесена в Реестр российской
промышленной продукции.



ДИПОЛЬ **СМ16ПРО**



ГК «Диполь» получила Сертификат СТ-1, подтверждающий соответствие продукции СМ-16 ПРО требованиям приложения к постановлению Правительства РФ № 719 от 17 июля 2015 года.

В условиях господдержки отечественных производителей и политики импортозамещения наличие Сертификата СТ-1 — обязательное условие для многих конкурсных процедур в сфере государственных закупок. Таким образом, расширяются возможности заключения контрактов с крупными российскими предприятиями, которые предпочитают приобретать товары, гарантирующие использование местных ресурсов и технологий с одновременным снижением логистических рисков.

Успешное завершение процедуры сертификации имеет особое значение на фоне ужесточения требований к оформлению документов. Эти тенденции связаны в первую очередь с борьбой государства с недобросовестными компаниями, пытающимися выдавать импортное оборудование за отечественные разработки. Процесс валидации сведений включает в том числе проверку происхождения компонентов изделия и места производства.

Документ государственного образца выдается Торгово-промышленной палатой РФ и регистрируется в Центральной базе данных ТПП России (ЦБД).

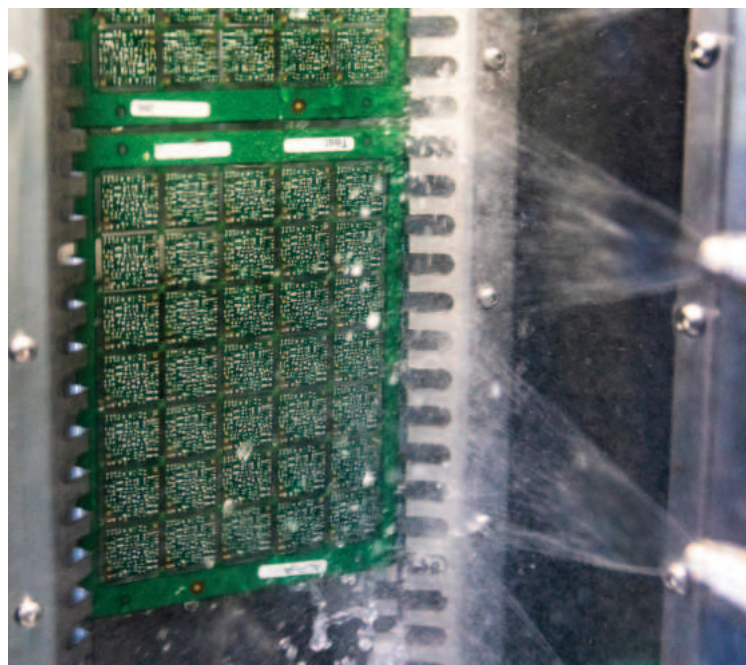
В Государственной информационной системе промышленности (ГИСП) установка струйной отмывки СМ-16 ПРО получила

номер реестровой записи — 10753311.

К разработке собственной установки струйной отмывки печатных плат инженеры компании «Диполь» впервые приступили в 2018 году, когда наглядно проявились потребности отечественных предприятий радиоэлектроники в подобном оборудовании и стало очевидным отсутствие отечественного аналога, отвечающего всем технологическим условиям.

Установка быстро обрела популярность и получила высокий спрос у российских производителей. Следующим этапом стало усовершенствование системы, внесение качественных изменений в многочисленные узлы машины. Практически полностью переосмыслив первоначальный замысел, проектировщики, технологи и инженеры предложили рынку решение, во многом превосходящее своего предшественника — уже под названием СМ-16 ПРО. Архитектура установки в значительной степени опирается на детальные консультации разработчиков с руководителями российских производств.

Основное назначение оборудования СМ-16 ПРО: отмывка смонтированных печатных плат от остатков флюса и загрязнений, негативно влияющих на надежность и долговечность изделий; отмывка печатных плат и трафаретов от неоплавленной паяльной пасты. Выполняемые функции: мойка отмывочной жидкостью на водной основе; предварительное и финишное ополаскивание деионизованной водой; сушка горячим воздухом. Преимущества: оборудование российской разработки и производства; включает полный набор необходимых опций (автоматическое пополнение жидкостей, контроль проводимости ДИ воды, сенсорный дисплей с меню на русском языке, системы защиты и сигнализации); высокая эффективность очистки плат посредством гибкой регулировки параметров давления и температуры подаваемой жидкости и времени воздействия; возможность настройки режимов мойки и подключения к ПК; простота и оперативность в обслуживании и эксплуатации; габариты, рассчитанные на транспортировку через стандартные дверные проемы.



Справка

Сертификат СТ-1 подтверждает факт, что товар полностью произведен либо существенно переработан в России или одной из стран СНГ.

— Алексей Смышляев

ТЕСТ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ

С 21 по 23 октября в МВЦ «Крокус Экспо» в Москве проходила 22-я Международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования Testing & Control. Постоянный участник отраслевого мероприятия — группа компаний «Диполь».



Ежегодно выставка становится местом встречи российских и зарубежных представителей сферы измерительного, метрологического, испытательного и аналитического оборудования.

Testing & Control

Актуальные решения и разработки экспонировались в следующих разделах:

1. Измерительное и метрологическое оборудование.
2. Испытательное оборудование.
3. Оборудование для неразрушающего контроля, системы диагностики и мониторинга.
4. Аналитическое и лабораторное оборудование.
5. Оборудование для производственного контроля.

Мероприятие не сбавляет оборотов. В этом году в работе Testing & Control приняли участие более 130 компаний из России, Беларуси и Китая. В целом выставочные залы посетили 12 499 специалистов.

Традиционно участников ждало ключевое событие — Всероссийская научно-техническая конференция «Измерения. Испытания. Контроль». В качестве спикера на тематической сессии «Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении и на транспорте» выступил д. т. н., руководитель направления электромагнитной совместимости и радиоизмерений НПФ «Диполь» Андрей Смирнов.

На стенде «Диполь» эксперты компании представили:

- отечественные измерительные приборы **ТМ «Диполь»**;
- измерительные решения от мировых производителей **RIGOL** и **ITECH**;
- решения в области ЭМС от **ЗСТЕСТ**;
- программное обеспечение для автоматизации поверки и калибровки **METLAB**;
- систему машинного зрения для автоматического распознавания результатов с цифровых и аналоговых приборов **DigitMeterVision**;
- корейское испытательное оборудование **ETSP**.



Кроме того, все желающие смогли ознакомиться с обновленной версией разработки компании «Диполь» — программного обеспечения «ЭМИКА», предназначенного для интуитивно понятного программирования без написания кода в области испытаний, измерений и контроля. ПО «ЭМИКА» позволяет создавать контрольные алгоритмы и измерительные процедуры в виде интуитивно понятных графических схем.



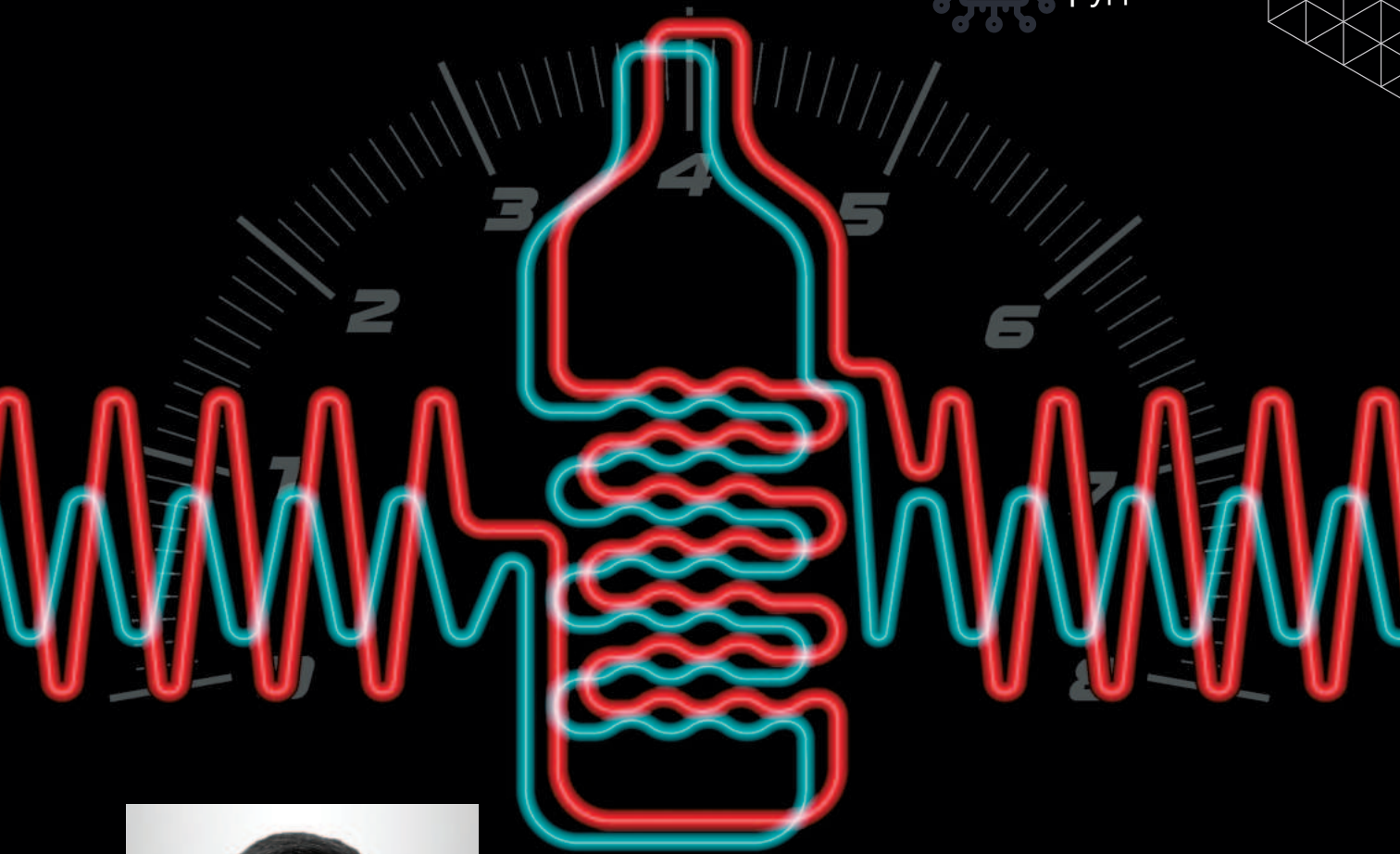
— Иван Боровлев



ПИТАНИЕ НА БОРТУ

Электрические испытания компонентов
автомобильной электроники.

Обновленный стандарт ISO 21498-2.



Алексей Шостак,
технический специалист отдела
контрольно-измерительного
оборудования, ГК «Диполь»
ShostakAA@dipaul.ru



Расширяя модельный ряд, компания Itech Electronic выпускает новую линейку приборов. Устройства серий IT6500C и IT6000C обладают функциональностью встроенных библиотек кривых напряжения, детально воспроизводящих поведение реальных бортовых сетей электропитания автомобилей.

Воспроизведение осуществляется в соответствии со следующими стандартами:

- DIN 40839
- ISO16750-2
- LV123/124
- LV148
- SAE J1113-11
- LV 124
- ISO 21848

Проведение таких испытаний требуется для оперативной и достоверной проверки помехоустойчивости (вопросы электромагнитной совместимости) и стабильности работы бортовой электроники (электронные блоки управления, контроллеры, датчики, системы управления) в условиях воздействия импульсных помех и провалов напряжения, характерных для эксплуатации автомобилей. Интенсивное развитие электротранспорта (электромобили, гибриды) и систем автономного вождения сопровождается постоянным ужесточением требований и появлением новых регламентирующих документов.

Один из них — обновленный в 2024 году стандарт ISO 21498-2:2024 «Дорожные транспортные средства с электроприводом. Электрические характеристики и испытания систем и компонентов класса напряжения В. Часть 2: Электрические испытания компонентов» («Electrically propelled road vehicles — Electrical specifications and tests for voltage class B systems and components — Part 2: Electrical tests for components»). Этот регламент фокусируется на компонентах, работающих в высоковольтном классе напряжения В (в диапазоне 60–1500 В), — основном для силовых цепей электротранспорта.

Главная цель испытаний по данному стандарту — обеспечение функциональной безопасности, надежности и совместимости высоковольтных компонентов в реальных условиях эксплуатации. Стандарт устанавливает унифицированные методики для воспроизводимого проведения испытаний и направлен на минимизацию расхождений результатов у различных испытательных лабораторий. Ключевыми объектами испытаний являются:

- **Системы тяговых батарей.** Тестирование реакции на скачки/провалы напряжения от генератора/сети зарядки, проверка устойчивости к помехам от других систем.
- **Преобразователи постоянного тока.** Оценка стабильности выходного напряжения низковольтной сети (12 В/24 В/48 В) при воздействии помех на высоковольтном входе и изменении нагрузки.
- **Бортовые зарядные устройства.** Проверка работы при нестабильном входном напряжении от зарядной станции (AC или DC), имитация скачков/провалов сети.
- **Электрические компрессоры систем кондиционирования.** Оценка устойчивости к помехам в высоковольтной сети и влияния на работу других систем.



Для указанных изделий ISO 21498-2 определяет следующий комплекс испытаний:

1. **Испытания на устойчивость к медленным изменениям напряжения (Slow Voltage Variations).** Проверка работы при разряде/заряде батареи, изменении нагрузки.
2. **Испытания на устойчивость к провалам напряжения (Voltage Dips).** Проверка работоспособности при подключении мощных нагрузок (имитируются короткими (миллисекундными) глубокими провалами напряжения).
3. **Испытания на устойчивость к импульсным помехам (Voltage Surges/Spikes).** Используются микросекундные импульсы высокой амплитуды, вызванные коммутационными процессами (отключение реле, работа инверторов) и разрядами статического электричества.
4. **Испытания на устойчивость к выбросам напряжения (Overvoltage Pulses).** Имитация перенапряжений, например, при рекуперативном торможении.
5. **Испытания на устойчивость к колебаниям напряжения (Ripple Voltage).** Проверка влияния пульсаций, характерных для работы преобразователей.

Осознавая растущую потребность в разработках в области автомобильной электроники, ужесточение требований к фронтам, амплитудам и быстродействию выходных параметров испытательного оборудования, компания Itech Electronic в 2024 году вывела на рынок двунаправленные источники питания постоянного тока серии IT6600C (рис. 1) — решение для эффективного тестирования в соответствии с ISO 21498-2.



Рис. 1. Внешний вид двунаправленных источников питания постоянного тока серии IT6600C

Особенности линейки приборов IT6600C:

- ✎ **Широкий диапазон напряжений и токов.** Полностью покрывает требования класса В (до 1500 В) и необходимые токи нагрузки/рекуперации.
- ✎ **Сверхвысокое быстродействие.** Для формирования крутых фронтов импульсных помех и провалов, определяемых стандартом, требуется быстрое время нарастания напряжения (< 1 мс), малое время отклика (< 50 мкс для изменения напряжения/тока) гарантирует соответствие формы сигнала эталону.
- ✎ **Двунаправленность** (встроенный источник/нагрузка). Позволяет не только нагружать тестируемое устройство, но и поглощать энергию рекуперации в нагрузку (например, от тягового инвертора или DC/DC-преобразователя в режиме генерации), что необходимо для тестирования систем электротранспорта в реальных условиях.
- ✎ **Встроенная библиотека кривых автомобильных стандартов.** Содержит 8 предустановленных кривых напряжения, соответствующих специфическим испытаниям на воздействие помех, определенных в том числе в ISO 21498-2 (например, Surge, Dip, Overvoltage специфичных амплитуд и длительностей — рис. 2). Всего предусмотрено 9 встроенных автомобильных кривых испытательных сигналов (рис. 3), включая также формы, относящиеся к LV124 (VW 80000), LV148 и другим ключевым автомобильным стандартам.

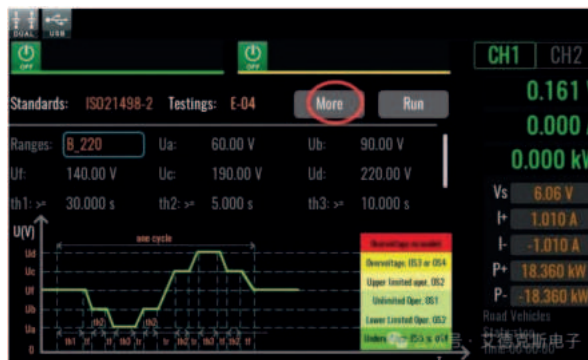


Рис. 2. Интерфейс источников питания постоянного тока серии IT6600C при испытании в соответствии с ISO 21498-2



Рис. 3. Встроенные в интерфейс источников питания постоянного тока серии IT6600C библиотеки кривых имитации реальных бортовых сетей электропитания автомобилей



Данное техническое решение демонстрирует актуальность на растущем отечественном рынке автомобильной электроники, особенно в области общественного и грузового электротранспорта, где как раз широко распространены высоковольтные компоненты и узлы. Кроме того, российские предприятия, производящие и комплектующие компоненты систем для электротранспорта (батарейные модули, OBC, DC/DC-преобразователи), нуждаются в прецизионном и производительном средстве измерения (СИ) для контроля качества, в том числе при испытаниях в термокамерах для проведения комбинированных климатико-электрических испытаний.

Что касается соответствия российским требованиям, то для технических регламентов Таможенного союза (ТР ТС) соответствие ISO 21498-2 является важным шагом для выполнения нормативов ТР ТС 018/2011 и ТР ТС 020/2011 (в части электробезопасности и ЭМС) и будущих специализированных регламентов для электротранспорта.

Заключение

Стандарт ISO 21498-2 устанавливает критически важные требования к электрическим испытаниям высоковольтных компонентов современного электротранспорта, направленные на гарантирование их безопасности, надежности и функциональной совместимости. Двухнаправленные программируемые источники питания постоянного тока Itech серии IT6600C, оснащенные специализированными встроенными кривыми Automotive-стандартов, представляют собой высокоэффективный инструмент для разработчиков, производителей и испытательных лабораторий. Их применение позволяет значительно ускорить процесс верификации соответствия, снизить риски и обеспечить выпуск качественной продукции. Для успешного внедрения на отечественном рынке необходимо учитывать как глобальные требования стандарта, так и специфику местных нормативных актов (ТР ТС, ГОСТ Р, правила ЕЭК ООН № 10) и условий эксплуатации транспортных средств, включая экстремальные климатические факторы и особенности отечественных энергосетей. Технологическая гибкость и производительность IT6600C делают этот источник питания ключевым инструментом в решении подобных задач.



В ноябре Ассоциация
российских разработчиков
и производителей электроники
(АРПЭ) пополнилась новым
участником.

В ее ряды вступила группа
компаний «Диполь».



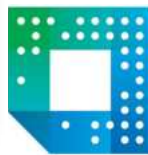
АРПЭ



Ассоциация российских разработчиков и производителей электроники – некоммерческое объединение компаний российской электронной отрасли, созданное в 2017 году для разработки предложений по развитию, а также для согласования решений между компаниями, заказчиками и государственными регуляторами, расширения производственной кооперации и международного сотрудничества.

АРПЭ объединяет около 180 частных компаний, деятельность которых охватывает все направления электронной промышленности:

- Автомобильная электроника.
- АСУ ТП и IoT.
- Вычислительная техника.
- Информационная безопасность.
- Контрактная разработка.
- Контрактное производство.
- Медицинская электроника.
- Производство микроэлектроники.
- Разработка микросхем.
- Радио, СВЧ и метрология.
- Светотехника.
- Силовая электроника.
- Телеком-оборудование.
- Торговые, фискальные и платежные системы.



**АССОЦИАЦИЯ
РАЗРАБОТЧИКОВ
И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРОНИКИ**

Основные направления деятельности:

- **государственное регулирование:** создание опорного рыночного спроса;
- **экспорт:** обеспечение опережающего роста экспорта;
- **инвестиции:** концентрация отраслевых инвестиционных ресурсов на решении наиболее перспективных технологических и инженеринговых задач, связанных с формированием новых или трансформацией существующих рынков электроники;
- **кооперация:** многократное расширение числа кооперационных связей между предприятиями отрасли;
- **кадры:** создание центров подготовки инженерных и управленческих кадров высшей квалификации для реализации проектов развития отрасли;
- **сокращение избыточных административных барьеров и рисков,** снижающих привлекательность отрасли для частных инвестиций.

Участие в работе Ассоциации предоставит возможность ГК «Диполь» усилить свое присутствие в профессиональном сообществе разработчиков и производителей электроники.

По мнению специалистов, членство ГК «Диполь» позволит компании не только расширить свое участие в отраслевых мероприятиях, но и дополнит компетенции АРПЭ. В частности, эксперты компании смогут делиться многолетним опытом и вносить предложения по стандартизации процедур и развитию российских технологий, востребованных в электронной промышленности. 

В ЧИСЛЕ ПЕРВЫХ

В октябре в парк-отеле «Свежий ветер» в Московской области состоялся первый Всероссийский научно-технический форум «Электромагнитная совместимость».

Встреча, организованная группой компаний «Диполь» и АО «ГЦМО ЭМС», предоставила возможность экспертам отрасли обменяться опытом, новыми идеями и передовыми практиками по развитию и повышению стандартов безопасности и эффективности электронных устройств.

Всероссийский Научно-Технический форум
«Электромагнитная совместимость»

«ЭМС»

Мероприятие уникально тем, что это единственный национальный форум такого масштаба, который ориентирован исключительно на вопросы электромагнитной совместимости (ЭМС).

Ведущие специалисты предприятий авиационной, автомобильной промышленности, испытательных центров и лабораторий ЭМС, ведущие разработчики испытательного и измерительного оборудования — Форум собрал свыше 100 участников из России и стран ближнего зарубежья.

В ходе 22 докладов и пленарного заседания были рассмотрены следующие темы:

- Актуальная нормативно-правовая база в сфере обеспечения ЭМС и методов испытаний.
- Проблемы обеспечения ЭМС продукции общего и специального применения.
- Особенности ЭМС на уровнях межсистемного и внутрисистемного взаимодействия.
- Расчетно-аналитические подходы обеспечения ЭМС, программные средства для ЭМС.
- Технологические тонкости обеспечения ЭМС, предквалификационные испытания.
- Аккредитация испытательных лабораторий (центров) в области тестирования ЭМС.
- Национальный рынок инструментального обеспечения проведения испытаний ЭМС.
- Метрологическое обеспечение в области ЭМС. Поверка, калибровка, аттестация.
- Мониторинг радиочастотного спектра и контроль РЭС в условиях мегаполиса.
- Безопасность летательных аппаратов при молниевых и электростатических разрядах.
- Обеспечение ЭМС беспилотных наземных транспортных средств и летательных аппаратов.
- Подготовка экспертов и образовательные программы в сфере ЭМС.

Многие доклады, прозвучавшие на мероприятии, касались состояния нормативно-технической базы в области ЭМС, а также изменений стандартов в данной сфере. Председатель Технического комитета по стандартизации Росстандарта «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТК 030), генеральный директор ООО «НМЦ «ЭМС» Николай Файзрахманов проинформировал об изменениях в национальной и международной стандартизации в области ЭМС. Так, за 2024–2025 годы подготовлено семь предварительных национальных стандартов (ПНС):

ГОСТ EN ESTI 301 489-34 V2.1.1,

ГОСТ EN ESTI 301 489-1 V2.2.3,

ГОСТ IEC 61000-4-3,

ГОСТ IEC 61000-4-11,

ГОСТ IEC 61000-4-18,

ГОСТ IEC 61000-6-4,

ГОСТ IEC 61204-3.

На 2026 год запланирована разработка трех ПНС:

ГОСТ CISPR 15,

ГОСТ IEC 61000-6-3,

ГОСТ IEC 60204-31.

Докладчик отметил, что работа комитета основывается на реализации программ разработки стандартов к ТР ТС 020. За Российской Федерацией на ближайшие три года закреплено 69 стандартов. На основе этого принято решение о формировании национальной программы в области ЭМС, которая в первую очередь включала бы разработку данных стандартов.

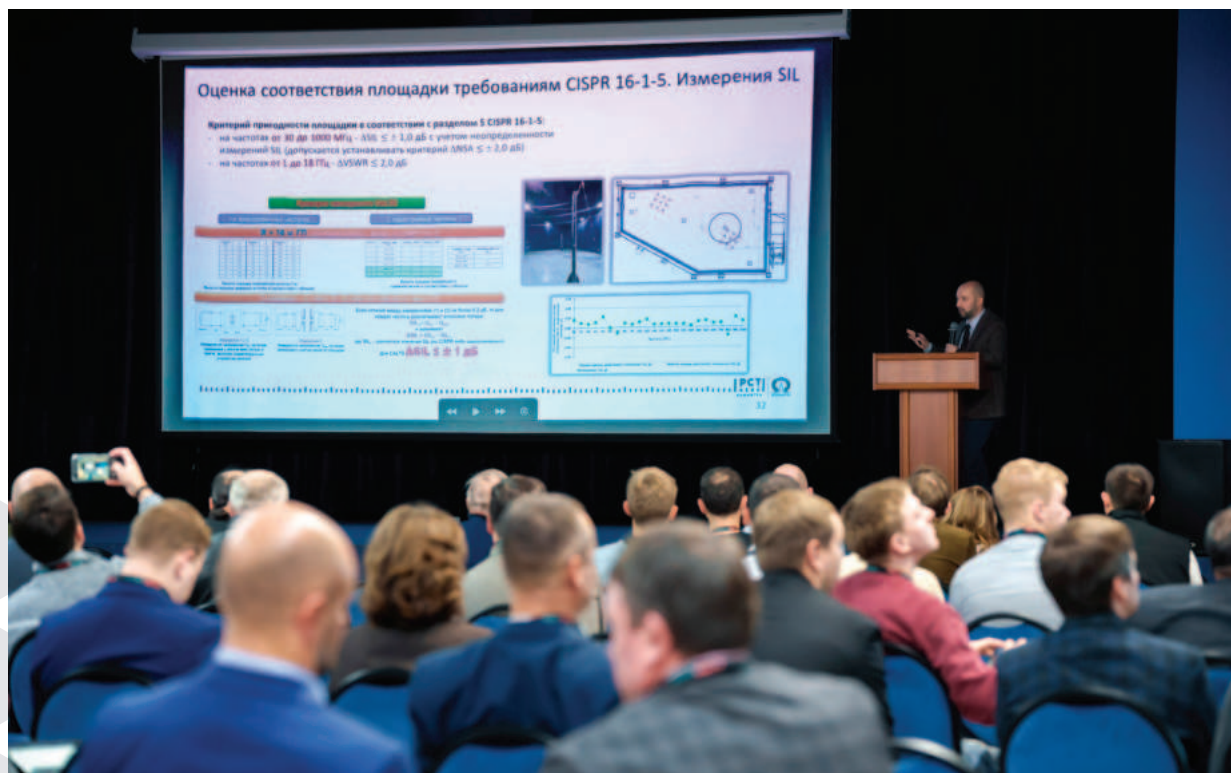
Николай Файзрахманов также сообщил о подготовке новой редакции стандарта IEC 60947-1 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила» и о ряде стандартов, относящихся к ЭМС (EMC-related), которые разрабатываются МЭК/ТК 46. В настоящее время ТК МЭК CISPR CIS/A готовит изменение из двух частей к стандарту CISPR 16-1-1, касающихся средств измерений в полосе частот 18–40 ГГц и дискретного анализатора, а также изменения к стандартам CISPR 16-1-5 и CISPR 16-1-6 в отношении антенн для измерений в данной полосе частот и их калибровки. ТК МЭК CISPR CIS/B занимается разработкой изменения к стандарту CISPR 11, состоящего из четырех частей, которые относятся к нормам излучаемых помех в полосе до 150 кГц, в полосе 150 кГц — 30 МГц, измерению



электрического поля в полосе до 30 МГц и нормам кондуктивных помех в полосе до 150 кГц. ТК МЭК CISPR CIS/F разрабатывает совершенно новую редакцию стандарта CISPR 14-1, а ТК МЭК CISPR CIS/I — новые редакции стандартов CISPR 32 и CISPR 35.

Изменениям в новой редакции стандарта в области ЭМС транспортных средств (ТС) ISO 11451-2:2025 был посвящен доклад руководителя отдела ЭМС АО «НПФ «Диполь» Константина Басалаева. Анализ изменений показал, что калибровка однородности поля существенно осложнилась. Так, при наличии у лаборатории четырех датчиков поля она требует примерно в 4 раза больше времени в сравнении с калибровкой по предыдущей версии стандарта, а с учетом времени на их перестановку и смену поляризации антенны — в 5 раз. При наличии только одного датчика, в особенности если он имеет аккумуляторное питание, выполнить калибровку в течение рабочего дня сложно реализуемо. Поэтому докладчик порекомендовал использовать не менее четырех датчиков с лазерным питанием, а также ПО для расчета средней напряженности и однородности поля со встроенными алгоритмами, позволяющее выполнять вычисления в процессе калибровки, — для сокращения времени процедуры.

Обсуждая вопросы ЭМС транспортных средств, Дмитрий Богаченков, главный специалист отделения дорожных испытаний НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ», привел обзор нормативно-технической базы в области обеспечения ЭМС в автомобильной промышленности и познакомил аудиторию с возможностями нового испытательного комплекса ЭМС, имеющего в основе полубезэховую камеру размером 30×15 м, которая позволяет проводить испытания крупных ТС на устойчивость к помехам.



Ряд докладов мероприятия был связан с вопросами метрологического обеспечения, испытаний СИ и калибровки средств, применяемых при испытаниях на ЭМС. Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ» Максим Шкуркин посвятил выступление калибровке антенн для измерения излучаемых помех. Докладчик отметил, что для обеспечения единства измерений должны быть установлены требования как к методам и средствам калибровки антенн, так и к испытательным площадкам. Однако соответствующих стандартов в применяемой в нашей стране системе стандартизации нет. Для устранения этого несоответствия ФГУП «ВНИИФТРИ» совместно с Росстандартом выполняется разработка стандартов ГОСТ CISPR 16-1-5 и ГОСТ CISPR 16-1-6, устанавливающих данные требования.



Максим Шкуркин привел примеры зарубежных площадок для калибровки антенн и познакомил аудиторию с площадкой, построенной в институте на основе полубезэховой камеры размерами 19,2×12,1×8,3 м. Были представлены особенности конструкции и результаты оценки соответствия данной площадки, исходя из которых ее можно рассматривать как площадку для калибровки антенн, отвечающую стандарту CISPR 16-1-5. Также были представлены результаты измерений характеристик основных типов антенн для испытаний на ЭМС в диапазоне частот 30 МГц — 18 ГГц по методикам стандартов CISPR 16-1-6 и SAE ARP 958E, которые показали реализуемость данных методик на разработанной площадке и высокий уровень точности измерений.



Тема выступления руководителя направления ЭМС АО «НПФ «Диполь» Андрея Смирнова носила более общий и, по его выражению, дискуссионный характер. В докладе были подняты вопросы регламентации измеряемых величин и уточнения подходов к метрологическому обеспечению измерительных преобразователей в области испытаний ЭМС. Было указано на существующие различия в понимании некоторых аспектов обеспечения точности и единства измерений в области ЭМС между метрологами и испытателями. Так, при испытаниях на излучаемые помехи, как правило, задача заключается не в получении конкретных измеренных значений, а в подтверждении того, что излучаемые помехи не превышают допустимого уровня, что подчас не учитывается метрологами. При этом обычно выполняются прямые измерения, и на неопределенность и воспроизводимость результатов основное влияние оказывают не погрешности СИ, а характеристики преобразователей, и именно им должно уделяться особое внимание.

Говоря об испытательных площадках, Андрей Смирнов высказал мнение, что с точки зрения испытаний на ЭМС они являются не испытательным оборудованием, а элементом измерительного тракта, а значит, большее внимание следует уделять их калибровке, а аттестация площадок в этом смысле оказывается излишней.

Также было отмечено, что существуют случаи, когда приборы включаются в Госреестр СИ по набору характеристик, который не содержит наиболее важные параметры для конкретных испытаний. Например, в случае эквивалентов сети часто из этого набора выпадает ключевой параметр — входной импеданс. Поэтому включения в Госреестр СИ в общем случае не должно быть достаточно для принятия решения о применении того или иного прибора: необходимо учитывать, по каким параметрам он включен в Реестр.

Опытом проведения межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) в области ЭМС поделился с аудиторией другой представитель АО «НПФ «Диполь», руководитель направления «Метрологическое оборудование» Константин Бондин. Сообщив, что компания занимается МСИ с 2015 года, с 2019-го имеет аккредитацию на проведение МСИ в области электрорадиоизмерений и что по этому направлению АО «НПФ «Диполь» было выполнено в целом около 15 раундов, докладчик остановился на результатах завершённых в прошлом году раундах МСИ в области ЭМС. Константин Бондин отметил, что одним из проблемных этапов данного процесса является привлечение участников: обычно планируется участие 5–10 лабораторий, но на практике удается привлечь только 3–5.



Приведенные в докладе МСИ испытания выполнялись по двум методам согласно ГОСТ 30805.22-2013: измерение кондуктивных промышленных радиопомех на сетевых зажимах и портах связи и измерение излучаемых промышленных радиопомех. Результаты МСИ по первому методу показали наличие выхода за пределы допустимых параметров у двух из трех участников, причем у одного из них отклонения оказались очень значительными. При МСИ по второму методу также наблюдались отклонения, но менее существенные, чем в первом случае. Анализ результатов МСИ показал, что наиболее частой причиной отклонений становится человеческий фактор. Не менее значимую роль играет ухудшение характеристик вспомогательного оборудования, такого как кабели и разъемы, которым подчас уделяется недостаточное внимание.

Про возможности применения реверберационных камер для измерения эмиссии радиоэлектронных средств (РЭС) рассказал заместитель директора по науке АО «ГМЦО ЭМС» Михаил Нефёдов. Он отметил, что за рубежом данные камеры применяются достаточно давно и для различных целей, однако в России они используются почти исключительно для испытаний на устойчивость к электромагнитным полям, хотя нормативная документация позволяет применять их и для измерения эмиссии. Так, в качестве альтернативного метода их использование приводится в ГОСТ CISPR 16-2-3, в квалификационных требованиях авиационной отрасли КТ-160 и др. При этом методики различаются, и для соотнесения их между собой в компании было проведено исследование с помощью собственной реверберационной камеры.

В исследовании использовались два генератора сигналов с частотными диапазонами 400 МГц — 1 ГГц и 1–6 ГГц. Результаты измерений сравнивались с известными характеристиками источников, а также с результатами, полученными в полубезэховых камерах — разработки компании и стороннего производителя. Исследование показало, что наилучшие результаты достигаются при использовании методики КТ-160, однако были выявлены погрешности до 3 дБ и более.

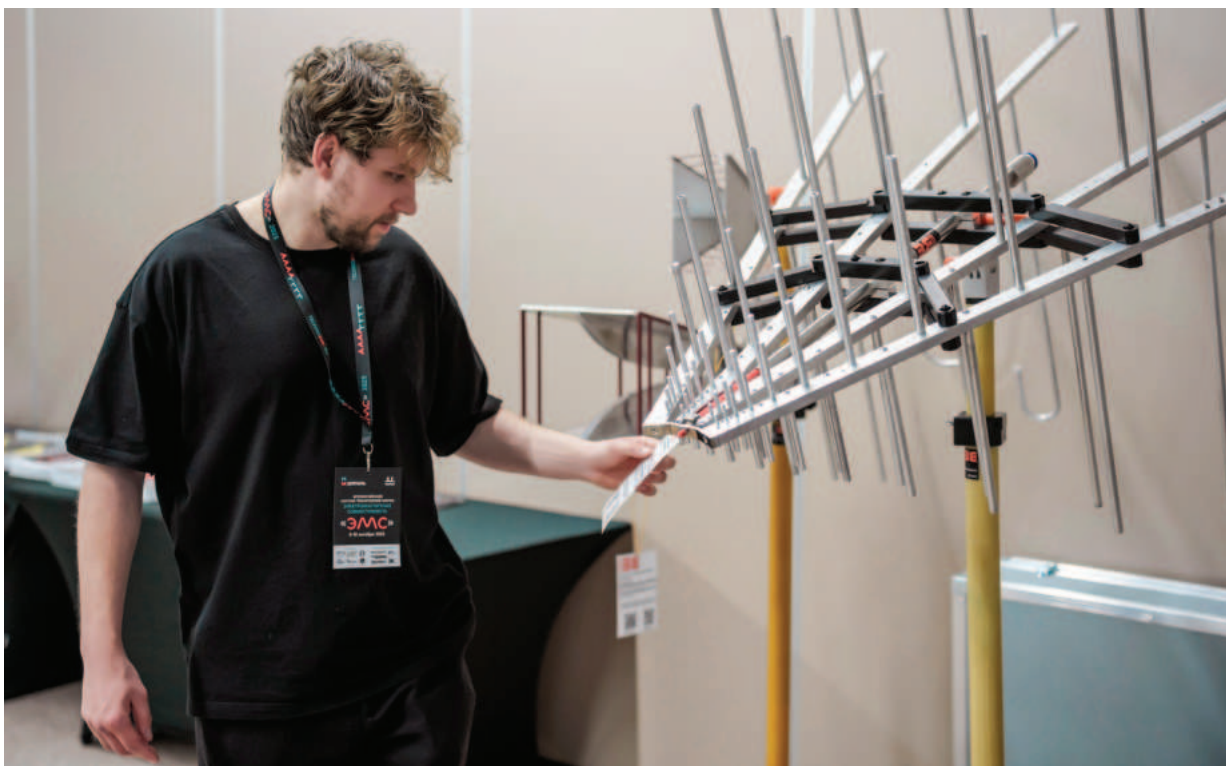
Далее был проведен анализ источников погрешностей. Влияние на результаты измерений наиболее значимых из них было промоделировано. Среди основных источников названы особенности конструкции камеры и ее целостность, параметры однородности поля, количество положений тюнера, по которым выполняется усреднение, и другие. В целом результаты исследования, по словам докладчика, показали, что реверберационные камеры могут стать альтернативой полубезэховым при измерении эмиссии РЭС при учете и минимизации влияния источников погрешностей измерений.



Технический директор АО «ГЦМО ЭМС» Кирилл Кузнецов посвятил доклад подходам к выбору экранированных камер для испытаний РЭС на ЭМС. Он назвал ряд типов камер, применяемых для испытаний на ЭМС, а также причины, по которым может потребоваться их экранирование. Основная мысль заключалась в том, что для получения результатов, максимально удовлетворяющих требованиям конкретной задачи, при выборе камеры необходимо проанализировать ее назначение, нормативные документы, а также условия, в которых она будет эксплуатироваться.

В частности, было показано, что при использовании гибридного радиопоглощающего материала для полубезэховых камер необходимо учитывать его комплексные характеристики, которые отличаются от результатов, полученных простым «наложением» характеристик ферритового и пирамидального материалов. По словам Кузнецова, далеко не все производители готовы представить эти комплексные характеристики. В то же время для камер, не предназначенных для работы на низких частотах, например тех, что применяются в испытаниях на ЭМС по стандартам авионики, бывает достаточно пирамидального материала.

Олег Муравьев, начальник лаборатории БелГИСС (Республика Беларусь) привел результаты сравнения различного ПО с точки зрения его применения для разработки систем испытаний на ЭМС. Преимущественно сравнение проводилось между ПО LabVIEW компании National Instruments и продуктом ГК «Диполь» ЭМИКА. Докладчик отметил преимущества разработки «Диполь» — в частности, были названы адаптированность под РЧ-измерения и измерения в области ЭМС, поддержка отечественного оборудования, наличие встроенного редактора РЧ-схем и визуального редактора конфигурации аппаратного комплекса, позволяющего работать с ним как с единым целым. В докладе были отмечены результаты создания системы для испытаний на устойчивость к электромагнитным полям в соответствии со стандартами ГОСТ IEC 61000-4-3-2016 и IEC 61000-4-3:2020 на основе ПО ЭМИКА, которые показали, что с помощью данного продукта удастся решать подобные задачи в короткие сроки.





Форум завершился круглым столом, где в формате открытой дискуссии участники смогли задать друг другу вопросы и подробно обсудить темы, вызвавшие наибольший интерес.

В рамках Форума ЭМС также были организованы выставка современного испытательного и измерительного оборудования для испытаний на ЭМС и экскурсионное посещение Испытательного центра НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ».

Форум прошел при поддержке Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Технического комитета по стандартизации (ТК 030) «Электромагнитная совместимость технических средств», ООО НПП «Прорыв», ФГУП «ВНИИФТРИ», ФГУП «ВНИИО-ФИ», РТУ МИРЭА, Московского авиационного института (МАИ), отраслевых изданий «Электроника НТБ», «Промышленное обозрение», «Электронные компоненты» и «СВЧ-электроника».

Проведение второго Форума «Электромагнитная совместимость» запланировано на сентябрь 2026 года.

При подготовке статьи использовались данные журнала «Электроника НТБ».

— Дарья Жиндецкая
Архив ГК «Диполь»

Профессиональная организация



Минск Санкт-Петербург Екатеринбург
Москва Чебоксары Казань
Томск Новосибирск

Группа компаний «Диполь» продолжает цикл семинаров, посвященных организации производства электроники в современных условиях. Об успехе этой программы можно судить и по региональной экспансии выступлений, и по их растущей частоте. Этой осенью проведены две такие встречи — в Санкт-Петербурге и Москве.

Первый международный научно-практический семинар «Современные возможности в производстве электроники: технологии, оборудование, материалы» состоялся в 2023 году.

Постепенно география расширялась: Минск, Санкт-Петербург, Томск, Новосибирск, Казань, Екатеринбург, Москва, Чебоксары.

Основу семинара по организации производства электроники традиционно составляют следующие темы:

- современные технологические материалы;
- паяльное оборудование;
- установки рентген-контроля СРК-1000 и отмытки печатных плат CM 16PRO;
- мебель Viking;
- антистатическое оснащение;
- оптимизация производственных процессов (лазерный реболлинг);
- инструменты повышения эффективности и снижения дефектов;
- система управления производством К.У.П.О.Л;
- особенности автоматизации мелкосерийных производств;
- борьба с контрафактом;
- современные мировые тенденции в производстве печатных плат;
- обзор оборудования SMT, доступного в условиях санкционного давления.



Программа постоянно актуализируется с учетом отраслевых запросов. Недавно она пополнилась новыми темами: «Технологический аудит: оценка состояния производства» и «Аддитивные технологии в электронике: от прототипирования до серийного производства».

— Людмила Ломтева
Анна Лозина

Международная выставка «Химия»

Рабочее пространство

С 10 по 13 октября в Москве в ВК «Тимирязев Центр» прошла 28-я Международная выставка химической промышленности и науки «Химия-2025». Группа компаний «Диполь» представила лабораторную мебель VIKING LAB и оборудование для лабораторий.



Выставка «Химия» проводится с 1965 года. Сегодня этот представительный форум охватывает все области химического комплекса и представляет полную картину современных достижений химической науки.

Свои успешные проекты продемонстрировали на выставке как российские, так и зарубежные компании.

В этом году посетители экспозиции ГК «Диполь» ознакомились с инновационными решениями для оптимизации работы современных лабораторий:

- вытяжными шкафами;
- лабораторными столами различного назначения;
- лабораторными стульями и табуретами;
- шкафами и тумбами для хранения;
- шкафами сухого хранения;
- подкатными системами.



На стенде была представлена не только лабораторная мебель VIKING LAB, но и лабораторное оборудование, лабораторные приборы для оснащения лабораторий различного профиля.

Помимо большого ассортимента лабораторной мебели эксперты компании презентуют возможности комплексного подхода в оснащении лабораторий.

Так, на стенде «Диполь» демонстрировалось общелабораторное оборудование — сушильные шкафы, муфельные печи, лабораторные весы и дозаторы, были представлены отраслевые решения — рефрактометры, газоанализаторы и титраторы.

VIKING LAB

Ежегодно на стенде «Диполь» проходит много встреч с постоянными партнерами и потенциальными заказчиками. Изделия торговой марки VIKING LAB хорошо известны участникам выставки «Химия», и мероприятие традиционно сопровождается новыми договоренностями по оснащению химических, аналитических и производственных лабораторий.





Справка

Группа компаний «Диполь» основана в 1992 году и занимает лидирующие позиции в области поставок, разработки и реализации высокотехнологичных проектов для радиоэлектронной, химической, медицинской, авиационной и других ключевых отраслей промышленности России.

В 2002 году компания приступила к выпуску рабочих мест под маркой VIKING. В 2016 году ассортиментную линейку дополнило новое направление — производство шкафов сухого хранения собственной разработки.

В 2020 году начался выпуск лабораторной мебели VIKING LAB.

 — Алексей Смышляев

Промышленная и лабораторная мебель изготавливается на собственном заводе в строгом соответствии с международным стандартом IEC 61340 и российским ГОСТ Р 53734. Предприятие оснащено современным высокотехнологичным оборудованием и станками различного назначения. За годы работы продукция завода фактически превратилась в стандарт для компаний российской радиоэлектроники.

Высокой оценкой качества продукции компании стало сотрудничество более чем с 120 официальными партнерами и реализация свыше тысячи комплексных проектов с промышленными предприятиями, научно-исследовательскими институтами и образовательными учреждениями России.



143

9000

УГАДАТЬ С ЗАМЕНОЙ

Лидерство в сегменте
портативных
калибраторов.

Сравнительный анализ
многофункциональных
калибраторов
Meatest 9000
и Calibro 143



Максим Березовский,
ведущий инженер
BerezovskiyMA@dipaul.ru



Александр Кондратьев,
технический специалист,
ГК «Диполь»
KondratevAS@dipaul.ru

Метрологи нередко сталкиваются с ситуацией, когда надежное и хорошо зарекомендовавшее себя оборудование снимается с производства. Предлагаемые замены не всегда соответствуют ожиданиям, вынуждая мириться с понижением точности, стабильности или функциональности.

Иногда новые модели не уступают предшественнику и способны обеспечить тот же уровень параметров.

Случаи, когда преемник значительно превосходит снятое с производства оборудование, и вовсе встречаются крайне редко.

Среди таких уникальных примеров — калибратор **Meatest 9000**, пришедший на смену популярному в метрологической среде **Calibro 143**. Последний долгое время считался эталоном портативного многофункционального калибратора и широко применялся в лабораториях для поверки и калибровки средств измерений. Тем значительнее появление нового решения от чешского производителя Meatest — этот прибор не просто заменил Calibro 143, а стал устройством другого уровня.



Meatest 9000 демонстрирует такие точность, удобство и функциональные возможности, которые позволяют ему конкурировать даже с настольными многофункциональными калибраторами более высокого класса (например, Fluke 5522A или МК9023А). При том, что это приборы иной категории (не портативные и гораздо более дорогие), по ряду параметров Meatest 9000 способен посоревноваться и с ними.

В статье сравниваются два поколения калибраторов — Calibro 143 и Meatest 9000 — и проводится анализ ключевых улучшений, выводящих «наследника» традиций в лидеры портативных эталонов.

Конструктивные отличия

Сравнительный анализ калибраторов Calibro 143 и Meatest 9000 можно начать с рассмотрения конструктивных особенностей. Оба прибора имеют одинаковые массогабаритные параметры. При этом у калибратора 9000 клемма Ground и выключатель сетевого питания вынесены на переднюю панель, а также отсутствуют физические кнопки — управление всеми функциями осуществляется на сенсорном экране. Meatest 9000 имеет только один интерфейс для внешних подключений (USB-порт), но возможна опциональная установка интерфейсов GPIB, RS-232 и LAN.



Рис. 1. Внешний вид многофункционального калибратора Meatest 9000

Режим DCV

В режиме формирования постоянного напряжения (DCV) калибратор Meatest 9000 обеспечивает большую на 1 разряд дискретность установки выходного напряжения. Отображение допустимой погрешности установки выходного напряжения осуществляется в единицах устанавливаемой величины (у калибратора Calibro 143 — в процентах от установленной величины). Общий диапазон установок постоянного напряжения калибратора Meatest больше (0,00000 мВ — 1050,000 В), чем у Calibro 143 (0,0000 мВ — 1000,00 В). Также в этом режиме у калибратора Meatest 9000 доступен диапазон 10 мВ и автоматический выбор диапазона (auto). На отдельных поддиапазонах погрешность установки выходного напряжения калибратора Meatest 9000 ниже, чем у Calibro 143 (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение диапазонов и погрешности установки постоянного напряжения у калибраторов Calibro 143 и Meatest 9000

Calibro 143		Meatest 9000	
Диапазоны установки DCV	Погрешность установки	Диапазоны установки DCV	Погрешность установки
100 мВ	0,0000–10,0000 мВ — 0,05% + 7 мкВ 10,000–100,000 мВ — 0,01% + 7 мкВ	10 мВ	0,00000–10,00000 мВ — 0,02% + 6 мкВ
1 В	0,10000–1,00000 В — 0,006% + 10 мкВ	100 мВ	10,0000–100,0000 мВ — 0,01% + 6 мкВ
10 В	1,0000–10,0000 В — 0,006% + 50 мкВ	1 В	0,100000–1,000000 В — 0,006% + 10 мкВ
100 В	10,000–100,000 В — 0,006% + 1 мВ	10 В	1,00000–10,00000 В — 0,006% + 50 мкВ
1000 В	100,00–1000,00 В — 0,01% + 20 мВ	100 В	10,0000–100,0000 В — 0,006% + 1 мВ
		1050 В	100,000–1050,000 В — 0,009% + 15,75 мВ
		auto	



Рис. 2. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме формирования постоянного напряжения

Для наглядности используем графическое сравнение диапазонов воспроизведения физических величин и их погрешностей, сделанное с помощью разработанной «Диполь» программы DeviceCompare, о которой подробно рассказано в статье «Сравнение технических характеристик многофункциональных калибраторов».

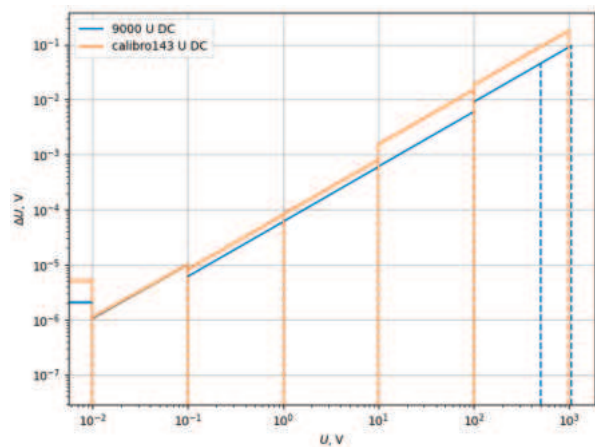


Рис. 3. Погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока

ACV

В режиме формирования переменного напряжения (ACV) калибратор Meatest 9000 обеспечивает большую на 1 разряд дискретность установки выходного напряжения. Кроме того, отображение допустимой погрешности установки выходного напряжения осуществляется непосредственно в единицах устанавливаемой величины. У калибратора Calibro 143 отображение такой допустимой погрешности осуществляется в процентах от установленной величины. Общий диапазон установок переменного напряжения калибратора Meatest 9000 больше: 0,00000 мВ — 1050,000 В против 0,0000 мВ — 1000,00 В (у Calibro 143). Также в этом режиме у калибратора 9000 больше возможных диапазонов установки выходного напряжения (доступны диапазон 10 мВ и автоматический выбор диапазона (auto)). На одном поддиапазоне

погрешность установки выходного напряжения у калибратора 9000 ниже, на других — такая же или выше, чем у Calibro 143, но шире диапазон допустимых частот переменного напряжения: 10 Гц — 100 кГц (калибратор 9000) против 20 Гц — 10 кГц (калибратор Calibro 143). При этом у калибратора 9000 точность установки частоты тоже выше: 5 ppm (0,0005%) против 0,01% (Calibro 143). Кроме того, калибратор 9000 имеет дополнительные возможности по выбору формы переменного выходного напряжения: ramp up, ramp down и harmonic. Последний режим позволяет задать уровень и фазу каждой из 50 гармоник выходного напряжения. В этом режиме возможно создание и запоминание 20 предварительных пресетов. Остальные сравнительные параметры режима ACV сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Сравнительные параметры режима ACV калибраторов Meatest 9000 и Calibro 143

Calibro 143		Meatest 9000	
Диапазоны установки ACV	Погрешность установки 20–400 Гц	Диапазоны установки ACV	Погрешность установки 10–1000 Гц
100 мВ	1,0000–10,0000 мВ — 0,2% + 25 мкВ 10,000–100,000 мВ — 0,1% + 50 мкВ	10 мВ	1,00000–10,00000 мВ — 0,1% + 20 мкВ
1 В	0,10000–1,00000 В — 0,05% + 50 мкВ	100 мВ	10,0000–100,0000 мВ — 0,1% + 50 мкВ
10 В	1,0000–10,0000 В — 0,05% + 500 мкВ	1 В	0,100000–1,000000 В — 0,05% + 500 мкВ
100 В	10,000–100,000 В — 0,05% + 10 мВ	10 В	1,00000–10,00000 В — 0,05% + 5 мВ
1000 В	100,00–1000,00 В — 0,07% + 200 мВ	100 В	10,0000–100,0000 В — 0,05% + 10 мВ
		1050 В	100,000–1050,000 В — 0,07% + 210 мВ
		auto	
	400–10 000 Гц		1000–10 000 Гц
100 мВ	1,0000–10,0000 мВ — 0,2% + 30 мкВ 10,000–100,000 мВ — 0,15% + 70 мкВ	10 мВ	1,00000–10,00000 мВ — 0,2% + 30 мкВ
1 В	0,10000–1,00000 В — 0,07% + 100 мкВ	100 мВ	10,0000–100,0000 мВ — 0,15% + 70 мкВ
10 В	1,0000–10,0000 В — 0,07% + 3 мВ	1 В	0,100000–1,000000 В — 0,07% + 100 мкВ
100 В	10,000–100,000 В — 0,07% + 30 мВ	10 В	1,00000–10,00000 В — 0,07% + 3 мВ
1000 В	100,00–1000,00 В — 0,1% + 300 мВ	100 В	10,0000–100,0000 В — 0,15% + 30 мВ
		1050 В	100,000–1050,000 В — 0,2% + 630 мВ
		auto	
			10–20 кГц
		10 мВ	1,00000–10,00000 мВ — 0,35% + 40 мкВ
		100 мВ	10,0000–100,0000 мВ — 0,30% + 150 мкВ
		1 В	0,100000–1,000000 В — 0,15% + 400 мкВ
		10 В	1,00000–10,00000 В — 0,15% + 8 мВ
			20–100 кГц
		10 мВ	1,00000–10,00000 мВ — 0,5% + 60 мкВ
		100 мВ	10,0000–100,0000 мВ — 0,5% + 200 мкВ
		1 В	0,100000–1,000000 В — 0,5% + 1 мВ
		10 В	1,00000–10,00000 В — 0,5% + 20 мВ



Рис. 4. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме формирования переменного напряжения

Графическое сравнение калибраторов в режиме воспроизведения напряжения переменного тока приведено на рис. 5.

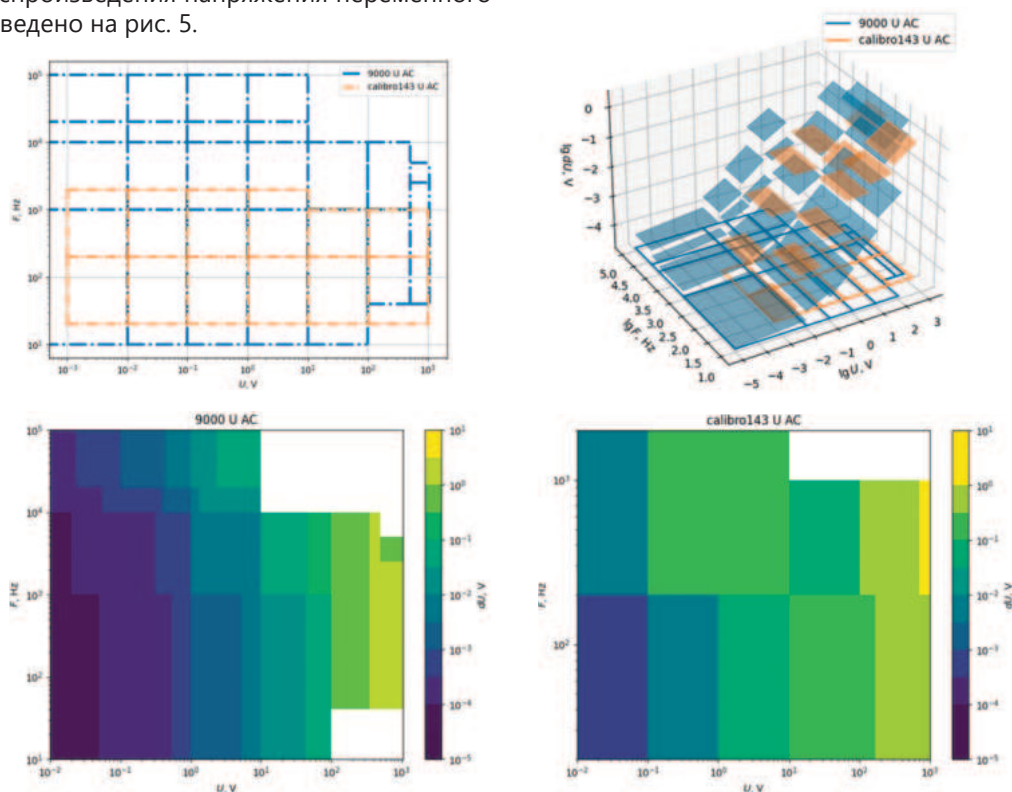


Рис. 5. Диапазоны и погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в логарифмическом масштабе: а) диапазоны воспроизведения; б) 3D-график погрешности воспроизведения; в, г) контурные графики погрешности воспроизведения калибраторов

Режим DCI

В режиме формирования постоянного тока (DCI) калибратор Meatest 9000 обеспечивает большую на 1 разряд дискретность установки выходного тока. Отображение допустимой погрешности установки выходного тока осуществляется непосредственно в единицах устанавливаемой величины (у калибратора Calibro 143 — в процентах от установленной величины). Общий диапазон установок постоянного тока калибратора Meatest составляет 0,0000 мкА — 20,50000 А (0,000 мкА — 20,000 А у Calibro 143). Также в этом режиме у Meatest доступен автоматический выбор диапазона (auto). На отдельных поддиапазонах погрешность установки выходного тока у калибратора Meatest сведена в таблицу ниже (табл. 3).

Таблица 3. Отдельные поддиапазоны погрешности установки выходного тока у калибраторов Meatest 9000 и Calibro 143

Calibro 143		Meatest 9000	
Диапазоны установки DCI	Погрешность установки	Диапазоны установки DCI	Погрешность установки
200 мкА	1,000–200,000 мкА — 0,05% + 20 нА	200 мкА	0,0000–200,0000 мкА — 0,04% + 20 нА
2 мА	0,20000–2,00000 мА — 0,025% + 100 нА	2 мА	0,200000–2,000000 мА — 0,020% + 100 нА
22 мА	2,0000–22,0000 мА — 0,015% + 600 нА	20 мА	2,00000–20,00000 мА — 0,015% + 600 нА
200 мА	20,000–200,000 мА — 0,015% + 6 мкА	200 мА	20,0000–200,0000 мА — 0,015% + 6 мкА
2 А	0,2000–2,0000 А — 0,015% + 100 мкА	2 А	0,200000–2,000000 А — 0,015% + 100 мкА
20 А	2,0000–20,000 А — 0,1% + 2 мА	20,5 А	2,00000–20,5000 А — 0,05% + 2,05 мА
		auto	

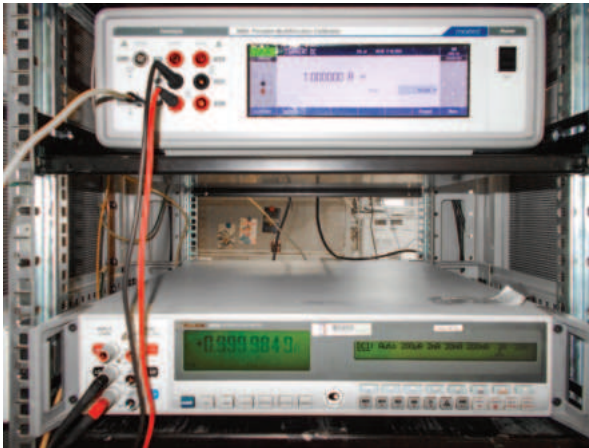


Рис. 6. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме формирования постоянного тока

Функция подключения масштабирующей токовой катушки у калибратора Meatest 9000 в режиме DCI реализована более удобно, так как осуществляется из основного меню установки значений формируемого тока. В калибраторе Calibro 143 для работы с токовой масштабирующей катушкой требуется перейти из меню функций тока в основное меню калибратора и выбрать функцию работы с токовой катушкой.

Графическое сравнение калибраторов в режиме воспроизведения силы постоянного тока представлено на рис. 7.

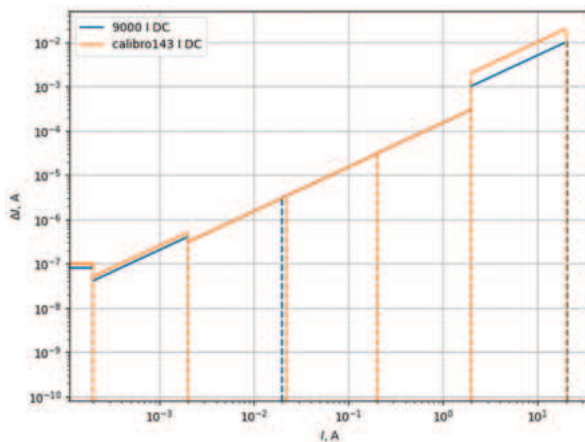


Рис. 7. Погрешность воспроизведения силы постоянного тока

Режим АСІ

В режиме формирования переменного тока (АСІ) калибратор Meatest 9000 обеспечивает большую на 1 разряд дискретность установки выходного тока. Отображение допустимой погрешности установки выходного напряжения осуществляется в единицах устанавливаемой величины (у калибратора Calibro 143 — в процентах от установленной величины). Общий диапазон установок переменного тока калибратора Meatest 9000 составляет 1,0000 мкА — 20,5000 А, у Calibro 143 — 1,000 мкА — 20,000 А. Также в этом режиме у Meatest 9000 доступен автоматический выбор диапазона (auto). На одном поддиапазоне погрешность установки выходного тока у калибратора Meatest ниже, на других — такая же или выше, чем у калибратора

Calibro 143, но шире диапазон допустимых частот переменного напряжения: у Meatest 9000 — от 10 Гц до 20 кГц, у Calibro 143 — от 20 Гц до 1 кГц. При этом у калибратора Meatest точность установки частоты также выше: 5 ppm (0,0005%) по сравнению с 0,01% у Calibro 143. Кроме того, калибратор 9000 обладает дополнительными возможностями по выбору формы переменного выходного тока: ramp up, ramp down и harmonic. Последний режим позволяет задать уровень и фазу каждой из 50 гармоник выходного тока, а также создать и запомнить 20 предварительных пресетов. Остальные сравнительные параметры режима АСІ сведены в таблицу 4.

Таблица 4. Сравнительные параметры режима АСІ калибраторов Calibro 143 и Meatest 9000

Calibro 143		Meatest 9000	
Диапазоны установки АСІ	Погрешность установки	Диапазоны установки АСІ	Погрешность установки
	20–200 Гц		10 Гц — 1 кГц
200 мкА	1,000–200,000 мкА — 0,25% + 20 нА	200 мкА	1,0000–200,0000 мкА — 0,15% + 100 нА
2 мА	0,20000–2,00000 мА — 0,1% + 200 нА	2 мА	0,200000–2,000000 мА — 0,1% + 200 нА
20 мА	2,0000–20,0000 мА — 0,07% + 1 мкА	20 мА	2,00000–20,00000 мА — 0,07% + 1 мкА
200 мА	20,000–200,000 мА — 0,07% + 10 мкА	200 мА	20,0000–200,0000 мА — 0,07% + 10 мкА
2 А	0,2000–2,0000 А — 0,1% + 100 мкА	2 А	0,200000–2,000000 А — 0,1% + 100 мкА
20 А	2,0000–20,000 А — 0,2% + 3 мА	20,5 А	2,00000–20,5000 А — 0,2% + 3,075 мА
		auto	
	200 Гц — 1 кГц		1–5 кГц
200 мкА	1,000–200,000 мкА — 0,2% + 200 нА	200 мкА	10,0000–200,0000 мкА — 0,2% + 200 нА
2 мА	0,20000–2,00000 мА — 0,1% + 400 нА	2 мА	0,200000–2,000000 мА — 0,1% + 400 нА
20 мА	2,0000–20,0000 мА — 0,1% + 4 мкА	20 мА	2,00000–20,00000 мА — 0,1% + 4 мкА
200 мА	20,000–200,000 мА — 0,1% + 40 мкА	200 мА	20,0000–200,0000 мА — 0,1% + 40 мкА
2 А	0,2000–2,0000 А — 0,15% + 1 мА	2 А	0,200000–2,000000 А — 0,15% + 1 мА
20 А	2,0000–20,000 А — 0,25% + 10 мА	20,5 А	
		auto	
			5–10 кГц
		200 мкА	10,0000–200,0000 мкА — 0,3% + 200 нА
		2 мА	0,200000–2,000000 мА — 0,15% + 400 нА
		20 мА	2,00000–20,00000 мА — 0,15% + 4 мкА
		200 мА	20,0000–200,0000 мА — 0,15% + 40 мкА
		2 А	0,200000–2,000000 А — 0,3% + 1 мА
		auto	
			1–20 кГц
		200 мкА	10,0000–200,0000 мкА — 0,5% + 400 нА
		2 мА	0,200000–2,000000 мА — 0,3% + 1 мкА
		20 мА	2,00000–20,00000 мА — 0,3% + 10 мкА
		200 мА	20,0000–200,0000 мА — 0,3% + 100 мкА
		auto	



Рис. 8. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме формирования переменного тока

Графическое сравнение калибраторов в режиме воспроизведения силы переменного тока показано на рис. 9.

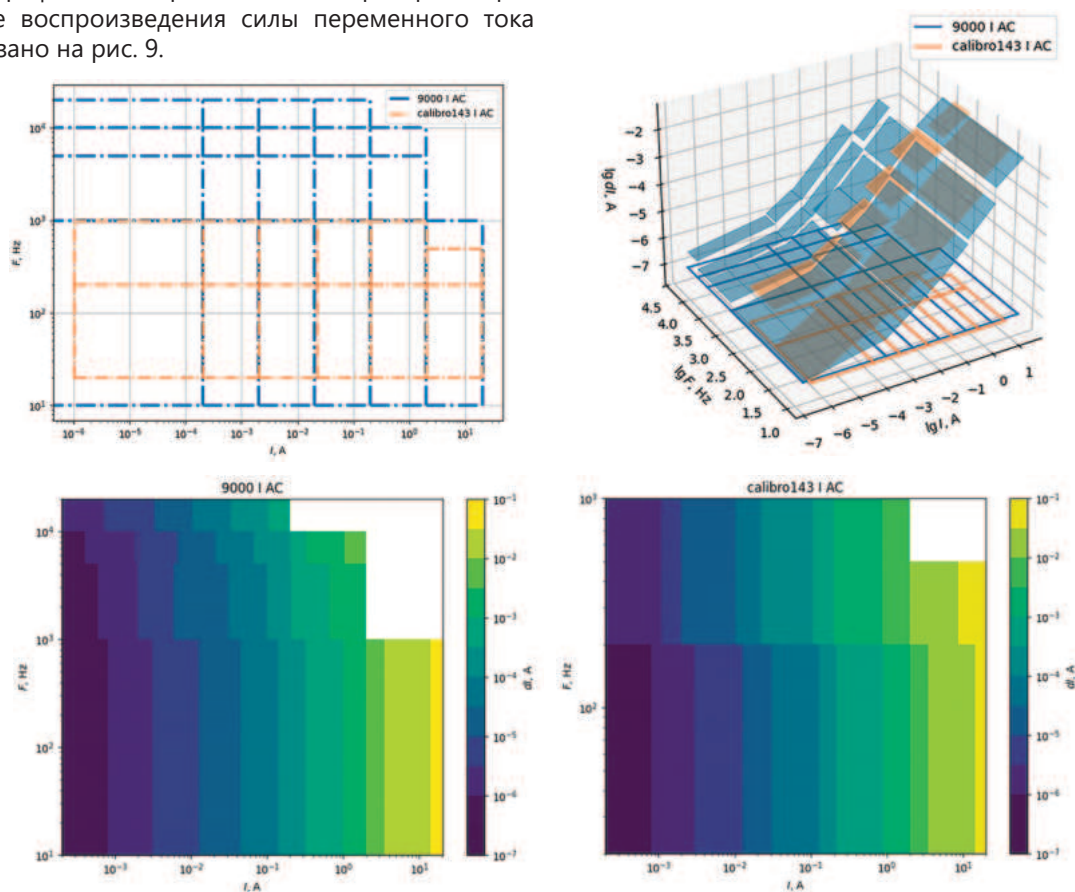


Рис. 9. Диапазоны и погрешности воспроизведения силы переменного тока в логарифмическом масштабе: а) диапазоны воспроизведения; б) 3D-график погрешности воспроизведения; в, г) контурные графики погрешности воспроизведения калибраторов

Режим FREQUENCY

Режим формирования сигнала определенной частоты (FREQUENCY mode) калибратора Meatest 9000 представлен сигналом прямоугольной формы с выбором трех возможных амплитуд: 100 мВ; 1 и 5 В (точность формирования по амплитуде 20%). Диапазон возможных частот 0,100 00 Гц — 2,000 00 МГц. Точность формирования установленной частоты — 5 ppm (0,0005%). Кроме того, есть возможность получения сигнала до 20 МГц, но остальные параметры сигнала в этом случае не нормируются. У калибратора Calibro 143 в режиме FREQUENCY точность формирования по амплитуде выше — 10%, и такой же, как у Meatest, диапазон формируемых частот (без возможности получения сигнала с ненормируемыми параметрами частотой свыше 2 МГц), а точность формирования частоты сигнала составляет 0,005%. Calibro 143 способен формировать сигнал только одной фиксируемой амплитуды 5 В.



Рис. 10. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме формирования сигнала определенной частоты

Формирование сигнала прямоугольной формы с переменной скважностью в виде самостоятельного режима (Duty cycle) предусмотрено только у калибратора Meatest 9000. В этом режиме возможно формирование прямоугольных импульсов амплитудой 1 мВ — 14,1 В (с точностью установки по амплитуде 0,5% + 100 мкВ) в диапазоне частот от 0,10000 Гц до 1,0000 кГц (с точностью установки по частоте 5 ppm (0,0005%). При этом сам параметр коэффициента заполнения (Duty cycle) может быть произвольно установлен в диапазоне 0,1–99,9%.



Рис. 11. Калибратор Meatest 9000 в режиме формирования прямоугольного сигнала с переменной скважностью



Режим Temperature TC

Режим формирования (имитации) разности потенциалов термопар (Temperature TC) у калибраторов Calibro 143 и Meatest 9000 представлен одним и тем же возможным набором термопар: R, S, B, J, T, E, K, N, C, D, G2, M. Однако у Meatest 9000 больше диапазон имитируемых температур: $-250,00...+2315,00$ °C (у Calibro 143 $-250,0...+1820,0$ °C). Оба калибратора обеспечивают два режима компенсации температуры холодного спая: ручной и автоматический.

Калибратор Meatest 9000 предусматривает возможность отключения компенсации температуры холодного спая, и в режиме Temperature TC также доступна дополнительная функция METER, позволяющая при помощи дополнительно подключенной термопары (к разъему METER (с помощью специального переходника — Adapter 91) использовать режим автоматической компенсации температуры холодного спая с применением внешней термопары.

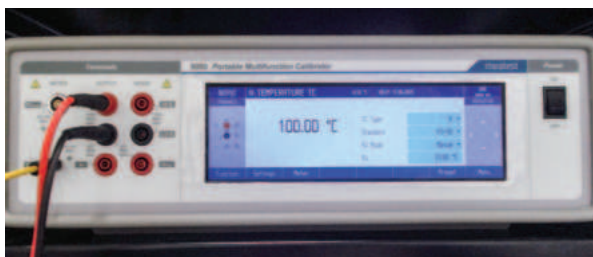


Рис. 12. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме имитации разности потенциалов термопар

Режим Temperature RTD

У обоих сравниваемых калибраторов реализован режим имитации термометров сопротивления (Temperature RTD). У Calibro 143 он обеспечивается опционально (при подключении соответствующей опции к разъему AUX на передней панели). Сравнительные параметры сведены в таблицу 5.

Таблица 5. Сравнительные параметры режима имитации термометров сопротивления у калибраторов Calibro 143 и Meatest 9000

Calibro 143			Meatest 9000		
Тип RTD	Диапазон, °C	Погрешность, °C	Тип RTD	Диапазон, °C	Погрешность, °C
Pt100–Pt200	$-200,0...+850,0$	0,2	Pt100–Pt1000	$-200,000...+0,000$	0,15
Pt200–Pt1000	$-200,0...+850,0$	0,2	Pt100–Pt1000	$-0,001...+850,0$	0,2
Ni100–Ni200	$-60,0...+300,0$	0,1–0,2	Ni100–Ni1000	$-60,0...+300,0$	0,1
Ni200–Ni1000	$-60,0...+300,0$	0,1			

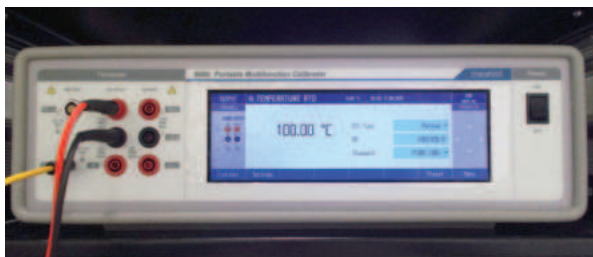


Рис. 13. Калибратор Meatest 9000 в режиме имитации термометров сопротивления

Режим RESISTANCE

Существенные отличия между рассматриваемыми калибраторами связаны с разной организацией режима формирования сопротивления (RESISTANCE). У Meatest 9000 предусмотрен режим Continuous resistance, в котором необходимое формируемое сопротивление в диапазоне 0,0000 Ом — 600,0 МОм может устанавливаться произвольно. При этом возможны три схемы подключения: двухпроводная, двухпроводная компенсированная и четырехпроводная. Этот режим доступен только у калибратора Meatest и обеспечивает следующие параметры для четырехпроводной схемы подключения (табл. 6):

Таблица 6. Режим RESISTANCE калибратора Meatest 9000

Диапазон сопротивлений	Точность установки
0,0000–10,0000 Ом	500 ppm + 10 мОм
10,001–100,000 Ом	250 ppm + 10 мОм
100,01–1000,00 Ом	250 ppm + 25 мОм
1,0001–10,0000 кОм	150 ppm + 50 мОм
10,001–100,000 кОм	150 ppm + 500 мОм
100,01–1000,00 кОм	200 ppm + 5 Ом
1,00001–3,30000 МОм	600 ppm + 100 Ом
3,3001–10,0000 МОм	600 ppm + 100 Ом
10,001–33,000 МОм	5000 ppm + 10 кОм
33,01–120,00 МОм	5000 ppm + 10 кОм
120,1–600,0 МОм	20000 ppm + 50 кОм

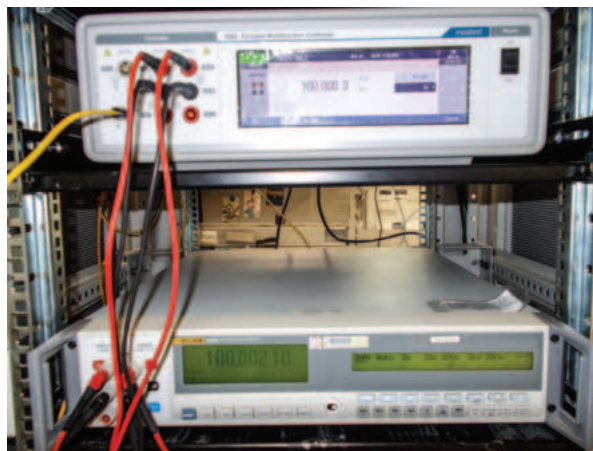


Рис. 14. Калибратор Meatest 9000 в режиме формирования произвольного сопротивления

Режим воспроизведения фиксированных значений сопротивлений обеспечивают оба калибратора. Calibro 143 воспроизводит только восемь фиксированных значений сопротивлений, при этом доступна только двухпроводная схема подключения. Meatest 9000 в этом же режиме воспроизводит 17 значений фиксированных сопротивлений. Воспроизводимые при этом параметры сведены в таблице 7.

Таблица 7. Режим воспроизведения фиксированных значений сопротивлений калибраторов Calibro 143 и Meatest 9000

Calibro 143		Meatest 9000		
Номинал	Погрешность воспроизведения	Номинал	Погрешность воспроизведения	
	2w		4w	2w
10 Ом	0,03% + 25 мОм	0,0000 Ом	± 1 мОм	±1 Ом
100 Ом	0,05%	10,0000 Ом	±2%	±1 Ом
1 кОм	0,02%	33,0000 Ом	±2%	±1 Ом
10 кОм	0,02%	100,0000 Ом	±2%	±2%
100 кОм	0,02%	330,0000 Ом	±2%	±2%
1 МОм	0,05%	1000,000 Ом	±2%	±2%
10 МОм	0,05%	3300,000 Ом	±2%	±2%
100 МОм	0,5%	10,00000 кОм	±2%	±2%
		33,00000 кОм	±2%	±2%
		100,0000 кОм	±2%	±2%
		330,0000 кОм	±2%	±2%
		1000,000 кОм	—	±2%
		3300,000 кОм	—	±2%
		10,00000 МОм	—	±5%
		33,00000 МОм	—	±5%
		100,0000 МОм	—	±10%
		330,0000 МОм	—	±10%



Рис. 15. Калибраторы Meatest 9000 и Calibro 143 в режиме формирования фиксированных значений сопротивления

Графическое сравнение калибраторов в режиме воспроизведения электрического сопротивления приведено на рис. 16.

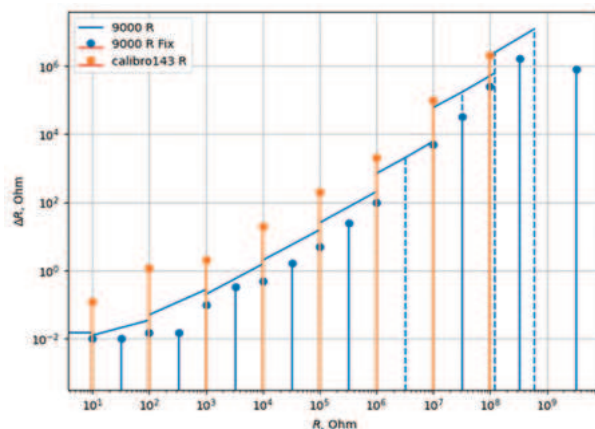


Рис. 16. Погрешность воспроизведения электрического сопротивления

Режим CAPACITANCE

Функция формирования электрической емкости у калибратора Meatest 9000 (у Calibro 143 она отсутствует) представлена двумя режимами:

- режим Continuous (Variable) capacitance — необходимое значение емкости в диапазоне 2,0000 нФ — 120,00 мФ может устанавливаться произвольно;
- Fixed capacitance.

При этом возможна только двухпроводная схема подключения. Обеспечиваемые при этом параметры сведены в таблице 8.

Калибратор Meatest 9000 дополнительно обладает функцией мнемонического отображения на дисплее правильных активных подключений в каждом из выбранных режимов, что позволяет избежать ошибок, связанных с неправильным подключением измерительных проводов и т. п.

Таблица 8. Функция формирования электрической емкости у калибратора Meatest 9000

Meatest 9000			
Fixed capacitance		Continuous capacitance	
Номинал	Погрешность воспроизведения	Диапазон	Погрешность воспроизведения
	2w		2w
1,0000 нФ	1,25%	2,0000–10,0000 нФ	$\pm 0,35\% + 15 \text{ нФ}$
3,3000 нФ	0,75%	10,001–100,000 нФ	$\pm 0,35\%$
10,0000 нФ	0,35%	0,10001–1,00000 мкФ	$\pm 0,35\%$
33,0000 нФ	0,35%	1,0001–10,0000 мкФ	$\pm 0,35\%$
100,000 нФ	0,25%	10,001–100,000 мкФ	$\pm 0,35\%$
330,000 нФ	0,25%	0,10001–1,00000 мФ	$\pm 0,35\%$
1,00000 мкФ	0,25%	1,0001–10,0000 мФ	$\pm 0,35\%$
3,30000 мкФ	0,25%	10,01–120,00 мФ	$\pm 0,35\%$
10,0000 мкФ	0,25%		$\pm 0,60\%$



Рис. 17. Калибратор Meatest 9000 в режимах формирования фиксированных и произвольных значений электрической емкости



Автоматизация

Оба калибратора могут работать в составе автоматизированных поверочных комплексов, интегрируясь с программными решениями METLAB и MeterVision (в последней версии ПО — с добавлением функции распознавания показаний для стрелочных приборов (MeterVision)). Эти системы, разработанные компанией «Диполь», используются для автоматизации метрологических лабораторий и обеспечивают не только управление оборудованием через стандартные интерфейсы (USB, GPIB, LAN, RS-232), но и автоматическую обработку результатов измерений, формирование протоколов и ведение поверочной документации.



Рис. 18. Окно программы MeterVision в режиме распознавания стрелочных СИ с нелинейной шкалой. Программа также умеет распознавать цифровые дисплеи, текст и цвета



Рис. 19. Демонстрация автоматизированного рабочего места (АРМ) для поверки аналоговых СИ на базе калибратора Meatest 9000 и ПО METLAB и MeterVision на выставке Testing & Control 2025

METLAB



Программа MeterVision, основанная на технологии машинного зрения, распознает показания как цифровых, так и стрелочных приборов, что особенно важно при работе с аналоговыми измерителями, манометрами и другими средствами измерений старого образца.

Совместное использование калибраторов Meatest с METLAB и MeterVision позволяет создавать полностью автоматизированные рабочие места, где задачи калибровки выполняются быстро, точно и с минимальным влиянием человеческого фактора.

Заключение

Проведенный анализ показал, что Meatest 9000 представляет собой не просто обновленную версию хорошо известного Calibro 143, а совершенно новый уровень портативных калибраторов. Он превосходит предшественника по диапазонам воспроизводимых величин, точности, удобству интерфейса и функциональности. Важно и то, что 9000 интегрируется с современными программными системами автоматизации, что делает его особенно востребованным в условиях перехода метрологических лабораторий к цифровым технологиям.

Таким образом, замена Calibro 143 на Meatest 9000 не только не привела к потере характеристик, но и стала редким примером того, что новое оборудование действительно лучше старого — по точности, гибкости и возможностям интеграции. Meatest 9000 можно уверенно назвать прибором, который не просто продолжает традицию, но и задает новые стандарты для портативных калибраторов своего класса.

На атомном уровне

Конференция «Ядерное приборостроение»

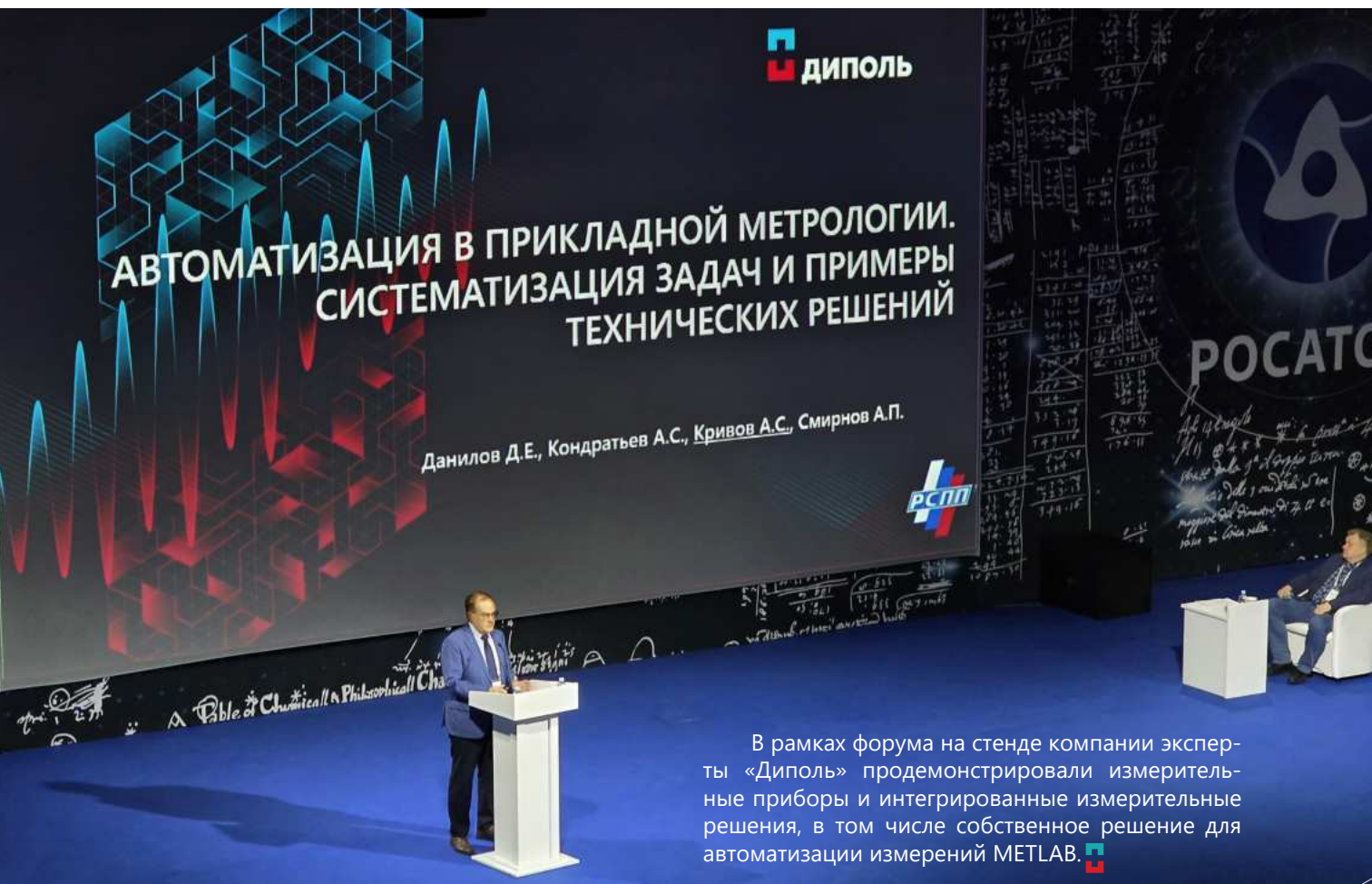
на федеральной территории «Сириус» проходила XIV Научно-техническая конференция «Ядерное приборостроение». Актуальные вопросы разработки, производства и эксплуатации. Метрология ионизирующих излучений». Одним из значимых участников мероприятия стала группа компаний «Диполь».

Программа конференции распределилась по нескольким направлениям:

«Ядерное приборостроение.
Актуальные вопросы разработки,
производства и эксплуатации.
Метрология ионизирующих излучений»

и «Обеспечение единства измерений
в области использования атомной
энергии» (проводилась как
XI Конференция «Обеспечение
единства измерений в области
использования атомной энергии»).

В пленарных и секционных заседаниях приняли участие представители ГК «Диполь». Анатолий Кривов, председатель Технического комитета по стандартизации ТК 072 «Электростатика», представил доклад на тему «Автоматизация в прикладной метрологии. Систематизация задач и примеры технических решений». Андрей Смирнов, руководитель направления ЭМС и радиоизмерений, выступил с докладом «Опыт проведения межлабораторных сравнительных испытаний в области тестирования электромагнитной совместимости». Доклад технического специалиста Александра Кондратьева был посвящен теме «Автоматизация метрологических лабораторий в энергетической отрасли».



В рамках форума на стенде компании эксперты «Диполь» продемонстрировали измерительные приборы и интегрированные измерительные решения, в том числе собственное решение для автоматизации измерений METLAB.

«Электроника России»

ЭЛЕКТРОНИКА БЕЗ ЗАВИСИМОСТЕЙ

25–27 ноября 2025 года
в выставочном центре
«Крокус Экспо»
в Москве состоялась
4-я Международная
выставка-форум
«Электроника России».
В деловой программе
мероприятия приняли
участие представители
группы компаний «Диполь».



На выставке, посвященной развитию независимой электроники Российской Федерации, отечественные производители представили электронные компоненты, вычислительную технику, системы хранения данных, телекоммуникационное оборудование и средства связи, беспилотные летательные аппараты, услуги проектирования электронной продукции, программное обеспечение. Выставка собрала более 150 российских компаний.

В первый день форума состоялась пленарная сессия «Электроника России. Путь к технологическому суверенитету», которую открыли заместитель министра промышленности и торговли РФ Василий Шпак и директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Юрий Плясунов.

Актуальные вопросы производства и взаимодействия между организациями обсудили в деловой программе выставки, которая включала 14 семинаров и круглых столов.

На круглом столе, посвященном проблемам развития стандартизации электронной компонентной базы, электронных устройств и процессов производства, обсуждались вопросы организации работ по стандартизации радиоэлектронной

продукции, ключевые направления по стандартизации ЭКБ, особенности применения ЭКБ для железнодорожного транспорта, производства печатных плат, формирования кадрового потенциала радиоэлектронной промышленности. Особое внимание было уделено необходимости доступной информации о производимых электронных компонентах для гражданского потребителя и их свободного допуска на отечественный рынок.

В программу круглого стола вошел доклад представителя ГК «Диполь», ответственного секретаря технического комитета (ТК) 072 «Электростатика» Екатерины Смирновой. Выступление было посвящено внедрению новых требований по антистатической защите электронных производств, риск-ориентированному подходу при формировании безопасных электростатических условий и обязательным испытаниям компонентов, чувствительных к электростатическому разряду.

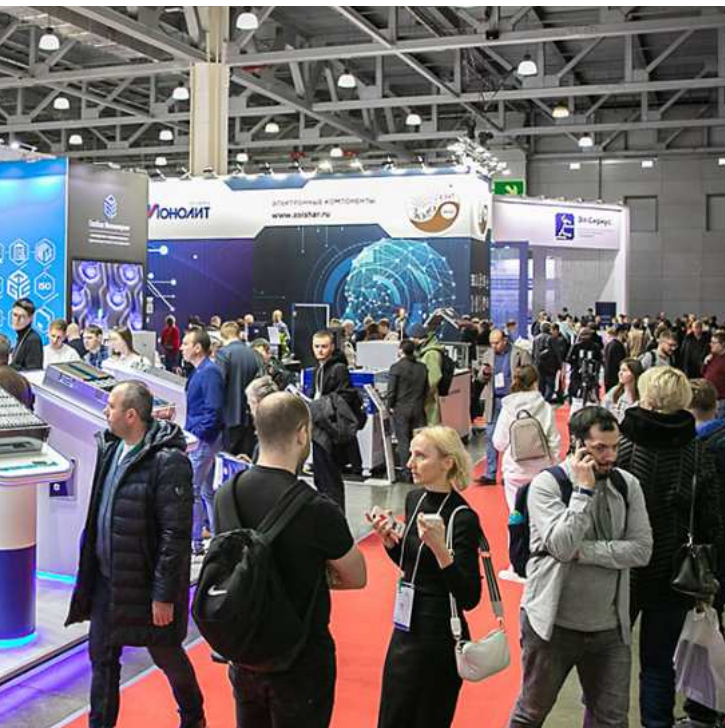
Справка

Разработкой международных стандартов в области электростатики занимается Технический комитет МЭК 101 Electrostatics. В этой деятельности Россию представляют эксперты национального Технического комитета по стандартизации ТК 072 «Электростатика», функционирующего на базе предприятий, входящих в ГК «Диполь».

Комитет является формой сотрудничества заинтересованных организаций и органов власти при проведении работ по национальной, межгосударственной и международной стандартизации в сфере электростатики.

В настоящее время основная цель деятельности ТК 072 в России — развитие и внедрение современных требований по антистатической защите для поддержания на высоком уровне качества выпускаемой и продаваемой продукции ЭКБ.

Ознакомиться с деятельностью Технического комитета и перечнем стандартов можно на сайте antistatika.ru.



НОВОСТИ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ

И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ



Уплотнение со знаком плюс

Традиционный путь развития вычислительной техники, основанный на постоянном уменьшении размеров транзисторов, приближается к физическим и экономическим пределам.

Современные передовые чипы, такие как процессоры Apple A17 Pro и M4, созданные по 3-нм технологическому процессу TSMC, уже содержат транзисторы с длиной затвора менее 15 нм. На таких масштабах начинают проявляться квантовые эффекты, например туннелирование электронов, ведущее к утечке тока, бесполезному расходу энергии, перегреву и снижению эффективности. Параллельно стоимость строительства фабрики для производства 3-нм чипов превышает 20 млрд долларов. Эти вызовы возродили интерес к радикально иной концепции — использованию отдельных молекул в качестве функциональных электронных компонентов, что открывает путь к созданию молекулярной электроники.

Идея о том, что отдельная молекула, благодаря асимметричной проводимости, может работать как крошечный диод, существует давно, но долгое время ее реализации мешали трудности контроля и измерения объектов размером в 1 нм. Наступает момент, когда молекулярная электроника превращается из теории в серьезную альтернативную технологию. Потенциальная плотность размещения таких устройств может достичь 10^{14} на 1 см^2 , что примерно в 1000 раз превышает плотность современных кремниевых чипов.



Молекулярная электроника работает на принципах, отличных от традиционных чипов. Перенос заряда происходит через молекулярные контакты посредством квантового туннелирования, причем проводимость экспоненциально падает с увеличением длины молекулы. Дополнительный контроль обеспечивает квантовая интерференция: в молекулах на основе бензольного кольца электроны могут двигаться разными путями, усиливая или подавляя друг друга. Это позволяет достигать уникальных эффектов, невозможных в обычных полупроводниках.

Ключевой задачей является создание надежных молекулярных переходов (контактов) с зазором менее 3 нм. Для этого используются как статические соединения с фиксированным зазором, создаваемые методами электромиграции или с помощью самоорганизующихся монослоев, так и динамические контакты, которые постоянно формируются и разрываются для сбора статистических данных. Такие методы, как механически управляемый разрывной контакт или сканирующий туннельный микроскоп, позволяют провести тысячи измерений и определить характерную проводимость отдельных молекул.

Ученые исследуют пути создания трехмерной молекулярной электроники, где вертикальные межслойные соединения и горизонтальная разводка могли бы обеспечить высокую интеграцию. Одной из основных проблем является термостойкость: органические молекулы разрушаются при температурах выше $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, в то время как стандартные процессы производства чипов требуют более высоких температур. Предлагается решение — внедрять молекулы на финальных этапах сборки. Для точного позиционирования молекул может применяться техника ДНК-оригами, которая использует свернутые цепочки ДНК в качестве шаблонов.

Перспективными ранними применениями молекулярной электроники являются мемристоры для нейроморфных вычислений, имитирующих работу мозга, а также сверхчувствительные сенсоры, способные отслеживать единичные химические реакции, невидимые для обычных методов.

120 Гбит в секунду

Беспроводная связь со скоростью, сопоставимой с передачей данных по оптоволокну, еще недавно считалась далекой перспективой. Однако новая разработка меняет представление о границах радиосвязи и будущих сетях. Об этом сообщает Калифорнийский университет в Ирвайне.

В основе технологии лежит использование частот до 140 ГГц — значительно выше диапазонов, в которых работают современные беспроводные системы. Такие частоты позволяют передавать огромные объемы данных с минимальной задержкой. В лабораторных испытаниях система достигла скорости 120 Гбит/с, что эквивалентно мгновенной передаче нескольких фильмов в высоком разрешении.

Подобные показатели делают разработку серьезным кандидатом на роль базы для сетей следующего поколения — 6G и FutureG. Эти стандарты рассматриваются как логичное продолжение 5G, но с акцентом не только на скорость, но и на эффективность и устойчивость функционирования.

Руководитель проекта Паям Хейдари называет разработку «беспроводным оптоволоконным патч-кордом». Идея состоит в том, чтобы сохранить скорость оптоволокну, полностью отказавшись от физических кабелей. Данный подход дополняет общий тренд в микроэлектронике, где инженеры ищут новые способы ускорить передачу сигналов и обойти физические ограничения кремния, как это уже происходит в экспериментах с микрочипами и беспроводной электроникой.

Традиционные беспроводные чипы опираются на цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи, которые при росте скоростей становятся главным источником энергопотерь и перегрева. Инженеры пересмотрели архитектуру чипа, сместив основную обработку сигналов в аналоговую область.

Передачик формирует радиосигнал напрямую на высокой частоте с помощью синхронизированных субпередатчиков, полностью исключая цифроаналоговый преобразователь. Это повышает эффективность и снижает тепловую нагрузку, что особенно важно для компактных и мобильных устройств.



Для приема сигнала исследователи создали метод иерархической аналоговой демодуляции, при котором данные разбиваются на этапы еще до перевода в цифровую форму. Такой подход позволяет сохранить скорость и точность, существенно снижая энергопотребление. Приемный чип потребляет около 230 мВт, что делает его пригодным для портативной электроники.

Технология может быть востребована не только в смартфонах и будущих сетях, но и в центрах обработки данных. Замена коротких кабельных соединений между серверными стойками сверхбыстрыми беспроводными каналами способна упростить инфраструктуру и снизить тепловую нагрузку, что особенно актуально на фоне проблем износа компонентов, включая литий-ионные батареи смартфонов.

В условиях растущего спроса на скорость и объемы передачи данных разработка показывает, что оптоволоконные скорости по воздуху становятся реальной технологической перспективой, а не теоретическим экспериментом.

Холодная физика

Физики из Университета Амстердама (University of Amsterdam) разработали фантастически простой метод 3D-печати моделей из чистого льда без использования холодильного оборудования, криогеники или охлаждаемых подложек. Работает только физика естественного охлаждения воды при испарении в вакууме.



Процесс печати происходит в вакуумной камере и основан на принципе испарительного охлаждения, что делает его простым и незатратным.

Интересно отметить, что открытие произошло случайно: ученые экспериментировали с распылением воды в вакууме, чтобы уменьшить сопротивление воздуха, и столкнулись с мгновенной кристаллизацией воды при контакте даже с теплой подложкой.

В устройстве тонкая струя воды подается через сопло. В условиях низкого давления молекулы на поверхности подложки и модели быстро испаряются, унося тепло. Благодаря высокому соотношению площади поверхности воды к ее объему при контакте с поверхностью струя за доли секунды охлаждается на десятки градусов. Тем самым при касании подложки или предыдущего слоя модели вода мгновенно замерзает, позволяя послойно формировать сложные структуры без разбрызгивания и наплывов.

Технология предусматривает печать слой за слоем в процессе запрограммированного движения сопла, а при выключении насоса и отсутствии вакуума изделие полностью тает, не оставляя отходов, кроме водяной лужицы.

В биологии ледяные модели могут служить каркасами для выращивания органов, а в инженерных приложениях — использоваться для создания моделей с микроканалами для протекания жидкостей. Даже в космосе найдется место этой технологии, например при печати сооружений на Марсе из местной воды, для чего не потребуются громоздкое криогенное оборудование — там уже имеется разреженная атмосфера и низкое давление.

Подготовлено на основе материалов научно-популярного журнала «Дайджест информационных ресурсов по тематике радиоэлектронной промышленности».



диполь

dipaul.ru

8 800 200 02 66