

02 (31) март 2017

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал

**ТЕХНОЛОГИИ**  
Александр Скупов

**14** ПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ЛИТОГРАФИИ НА  
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЛОЖКАХ

**КАЧЕСТВО**  
Павел Косушкин

**28** НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
КАЧЕСТВА В АДДИТИВНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ

**ОПТИМИЗАЦИЯ**  
Василий Афанасьев

**38** ПРОМЫШЛЕННАЯ  
РЕВОЛЮЦИЯ В РОССИИ –  
ДАН СТАРТ!



#### Экономичность

До 5 раз дольше по сравнению с другими отмывочными жидкостями работают жидкости Zestron, производимые по запатентованной MPC-технологии и обладающие уникальным составом.

#### Подтвержденное качество

Более 10 лет жидкости Zestron успешно применяются в отечественном производстве РЭА ответственного и военного назначения, обеспечивая высокое качество отмывки и надежный результат.

#### Максимальная совместимость

Уникальный состав обеспечивает максимальную совместимость жидкостей со всеми узлами и деталями оборудования для отмывки, способствуя продолжительному сроку службы оборудования и минимизируя расходы на обслуживание и простои.

#### Контроль и стабильность

Только Zestron предлагает специальные тестовые наборы для контроля состояния раствора отмывочных жидкостей для своевременной корректировки концентрации и состояния раствора, обеспечивая максимальную стабильность и надежность процесса отмывки.

#### Эффективность и универсальность

Жидкости Zestron гарантированно и качественно удаляют более 500 видов материалов для пайки.

**ZESTRON**  
High Precision Cleaning

## Никаких полумер. Вся полнота преимуществ



Оригинальные отмывочные жидкости Zestron гарантируют непревзойденное качество отмывки и стабильность результата. Широкий ассортиментный ряд позволяет подобрать отмывочную жидкость для конкретной задачи: в соответствии с типом оборудования и процесса, характером загрязнений, индивидуальными требованиями.

Отличительной особенностью отмывочных жидкостей Zestron является высокая эффективность: качественная отмывка, совместимость с оборудованием и компонентами, экономичность. Жидкости Zestron успешно зарекомендовали себя на ведущих отечественных производствах РЭА.

Официальный эксклюзивный дистрибьютор Zestron Группа компаний Остек обеспечивает высококвалифицированную техническую и технологическую поддержку, поставку со склада и оперативную доставку по всей России с соблюдением всех условий транспортировки и хранения.



будущее  
создается

www.ostec-materials.ru  
(495) 788 44 44  
materials@ostec-group.ru





*Уважаемые коллеги!*



В исследовании компании «Делойт» – «Текущее состояние и перспективы развития производственного сектора в России-2016» (\*) – приведен анализ состояния производственного сектора в России, а также отражены настроения и ожидания его участников в отношении перспектив своего развития и рынка в целом.

Один из разделов исследования касался факторов, необходимых для увеличения конкурентоспособности компаний. Список ТОП-4 из 20 перечисленных факторов, стимулирующих развитие компаний, получился таким:

- Повышение спроса внутри страны – 43 %.
- Снижение производственных затрат (в том числе на энергоресурсы) – 33 %.
- Доступность источников финансирования – 24 %.
- Повышение производственно-технического потенциала (ввод новых мощностей) – 23 %.

Снижение производственных затрат и повышение производственно-технического потенциала – это темы, неизменно находящиеся в фокусе нашего внимания. На выставке ЭлектронТехЭкспо 2017 мы готовимся продемонстрировать вам наши возможности в области создания комплексных решений. Благодаря полному погружению во все нюансы проекта и подготовке индивидуального обоснованного решения под стоящие задачи вы получаете производственные мощности, которые можно загрузить востребованными на рынке современными изделиями электроники и радиоэлектроники.

На нашем стенде будут демонстрироваться собственные продукты и услуги, решения в области Индустрии 4.0, технологические и программные продукты, которые позволят вам управлять качеством выпускаемой продукции. Значительная часть стенда отведена вопросам операционной эффективности производств, повышению эффективности и сбалансированности работы технологического оборудования и инженерных систем промышленного предприятия, управлению производственными активами.

Ждем вас 25-27 апреля 2017 года на стендах Группы компаний Остек!

**Антон Большаков, директор по маркетингу**

(\*) Источник: Обзор российского производственного сектора Deloitte, май 2016

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»,  
свидетельство регистрации: ПИ № ФС 77 — 60644 от 20.01.2015, учредитель ООО Предприятие Остек.

Редакционная группа: Большаков Антон, Волкова Ирина.

121467, Москва, Молдавская ул., д. 5, стр. 2.

E-mail: [marketing@ostec-group.ru](mailto:marketing@ostec-group.ru)

тел.: 8 (495) 788-44-44

факс: 8 (495) 788-44-42

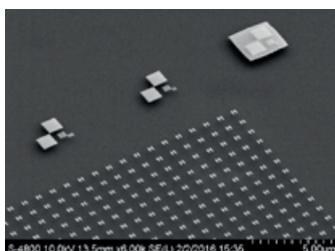
Оформить бесплатную подписку на журнал можно на сайте [www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



# В НОМЕРЕ

## НОВОСТИ

- 4 ОСТЕК ПРИГЛАШАЕТ НА ВЫСТАВКУ ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО
- 8 КАЖДАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО – ЭТО НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЖГУТОВОЙ ОТРАСЛИ
- 12 ОСТЕК-СМТ ЗАПУСТИЛ НОВЫЙ САЙТ О ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ 3D-ПРИНТЕРАХ MASS PORTAL
- 12 ОСТЕК-ЭЛЕКТРО И LADYBUG TECHNOLOGIES, LCC ПОДПИСАЛИ ДИСТРИБЬЮТОРСКИЙ КОНТРАКТ
- 13 НОВЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА КОМПАНИИ SPEA – УСТАНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ SPEA 4080

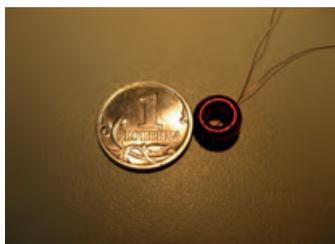


ТЕХНОЛОГИИ стр. 10

## ТЕХНОЛОГИИ

**ПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ЛИТОГРАФИИ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЛОЖКАХ . . . . . 14**

Автор: Александр Скупов



КАЧЕСТВО стр. 20

## КАЧЕСТВО

**TOTAL-TPS В РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПАНИИ. ВИЗИТ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗАО «АРГУС-СПЕКТР» . . . . . 18**

Автор: Владимир Мейлицев

**ЗАЛИВКА МОТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ: ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ДЛЯ МАЛЫХ СЕРИЙ . . . . . 24**

Авторы: Роман Лыско, Дмитрий Юрченко

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ . . . . . 28**

Автор: Павел Косушкин

**НОВЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИИ ВЫБОРА ДАТЧИКА ВЧ/СВЧ-МОЩНОСТИ . . . . . 32**

Автор: Арсений Подолько



КАЧЕСТВО стр. 28



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 34

## ОПТИМИЗАЦИЯ

### ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В РОССИИ – ДАН СТАРТ! . . . 38

Автор: Василий Афанасьев

## ТЕХПОДДЕРЖКА

### ESD – МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ . . . . . 46

Автор: Николай Малиновский

### СОВРЕМЕННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ. . . . . 52

Автор: Наталья Руденко



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 48

## АВТОРЫ НОМЕРА

**Александр Скупов**  
 Главный специалист  
 технического сопровождения  
 ООО «Остек-Интегра»  
[materials@ostec-group.ru](mailto:materials@ostec-group.ru)

**Владимир Мейлицев**  
 Журнал «Электроника: НТБ»  
[journal@electronics.ru](mailto:journal@electronics.ru)

**Роман Лыско**  
 Заместитель коммерческого  
 директора по маркетингу  
 ООО «Остек-ЭТК»  
[cable@ostec-group.ru](mailto:cable@ostec-group.ru)

**Дмитрий Юрченко**  
 Главный специалист  
 технического сопровождения  
 ООО «Остек-ЭТК»  
[cable@ostec-group.ru](mailto:cable@ostec-group.ru)

**Арсений Подолько**  
 Старший инженер группы  
 технической поддержки отдела КИП  
 ООО «Остек-Электро»  
[ostelectro@ostec-group.ru](mailto:ostelectro@ostec-group.ru)

**Василий Афанасьев**  
 Директор по развитию  
 ООО «Остек-СМТ»  
[lines@ostec-group.ru](mailto:lines@ostec-group.ru)

**Николай Малиновский**  
 Главный инженер проекта  
 ООО «Остек-Инжиниринг»  
[okp1@ostec-group.ru](mailto:okp1@ostec-group.ru)

**Наталья Руденко**  
 Специалист по маркетингу  
 ООО ПО «Гефесд»  
[sales@gefesd.ru](mailto:sales@gefesd.ru)

# НОВОСТИ

## ОСТЕК ПРИГЛАШАЕТ НА ВЫСТАВКУ ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО

**25-27 апреля** приглашаем вас посетить стенды Группы компаний Остек на 15-й Международной выставке технологий, оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности «ЭлектронТехЭкспо 2017».

Мы поделимся с вами знаниями об актуальных технологиях и технологиях будущего, покажем наши собственные разработки, продемонстрируем работу новейшего оборудования. Традиционно на наших стендах вы найдете инновационные решения по всем направлениям отрасли.

**ООО «Остек-СМТ»** впервые представит уникальную собственную разработку для сборочно-монтажного производства – **программно-аппаратный комплекс «Умная линия»**. Его предназначение – помощь в принятии решений с целью увеличения общей эффективности оборудования, включая снижение простоев, повышение производительности и качества, а также обеспечение оперативного реагирования на отклонения в работе,



предоставление дополнительных элементов управления оборудованием для персонала. Решение не имеет аналогов у нас в стране и будет интересно как для предприятий крупносерийного производства, так и производителям техники специального назначения.

На выставке будут также продемонстрированы новинки:

- обновленная система пайки в паровой фазе серии «Premium» – **BLC420**;
- компактный автомат установки компонентов для мелкосерийного производства – **FOX**.

Недавно открывшееся в составе Остек-СМТ Направление цифровых производственных технологий представит компактный профессиональный 3D-принтер широкого применения для печати пластиком **Pharaoh XD 20**.



Помимо этого, экспозицию дополнит уже знакомое посетителям оборудование:

- автоматическая система очистки трафаретов, отмывки плат **Super Swash III**;
- автоматическая установка селективной влагозащиты **SL-940E**;
- система интеллектуального управления производственными активами **СИНТИЗ** (собственная разработка).





**ООО «Остек-ЭК»** представит решения для комплексных проектов развития технических и технологических возможностей производств электронных компонентов:

- установку прецизионной резки **ADT7122**;
- систему отмывки пластин **ADT серии WCS-977**;
- систему вакуумной пайки **Centrotherm VLO6**;
- настольную вакуумную печь для пайки **SST 1200**;
- систему контроля разрезанных полупроводниковых пластин **Camtek**;
- установку тестирования **микро-соединений DAGE 4000 Plus**;
- цифровой сканирующий акустический микроскоп **D9600™ C-SAM®**;
- установку шовно-роликовой сварки **AF8500VPST** в атмосферной камере **MX2000**;
- установку монтажа кристаллов **Datacon 2200evo**;
- систему лазерной маркировки **Miyachi LMWS**;
- систему нанесения защитного полимера **Polycoat-200**.

В портфеле технологических решений **ООО «Остек-Электро»** – готовые предложения для производителей электронных компонентов, изготовителей изделий электронной техники, а также электротехнической, авиационной и автомобильной промышленности и других смежных отраслей. В этом году специалисты компании представят на стенде:

- высокоточную установку электрического тестирования **SPEA 4080**;
- адаптерный тестер **Ingun MA 2111**;
- анализатор фазовых шумов **AnaPico APPH20G**;
- генератор сигналов **AnaPico APSIN20G**;
- генератор сигналов **AnaPico APSIN6010H**;
- параметрический анализатор **Keithley 4200-SCS**;
- автоматизированную систему **Dare Instruments RadiField Bundle**.

**Компания «Остек-Сервис-Технология»**, специализирующаяся на реализации комплексных проектов развития производств печатных плат, гальванических и химических покрытий, внедрении технологических решений очистки сточных вод и водоподготовки, познакомит посетителей стенда с установкой электрического тестирования ESL и контрольным оборудованием Shirai Tremy и XK23.

О комплексных решениях для производства электротехнической продукции расскажут специалисты **ООО «Остек-ЭТК»**. В этом году на стенде будут представлены:

- автоматизированная система лазерной обработки шлейфов **БАУМ**;
- роботизированный комплекс обработки проводов;
- интерактивный многопозиционный сборочный стол;
- автоматизированный размотчик провода **БАУМ АРП 600**;
- система оплетения и экранирования жгутов **Cobra 450**;
- настольная установка зачистки тонкого обмоточного провода **RT2S**;
- универсальная машина для обмотки жгутов **ONDA TAPER S**;
- универсальная машина мерной резки **C-4**;
- машина мерной резки и зачистки проводов **CS-338**;
- система лазерной зачистки проводов **Sienna 210 D**;
- станок для опрессовки контактов и наконечников **WDT UP SSC**;
- машина для ступенчатой зачистки **Cosmic 48R/48RX**;
- станок тороидальной намотки **SMC-1E**;
- намоточный станок **ERN32T**;
- миксер **HIVIS MIX 2P-1**.



**ООО «Остек-Интегра»** представит комплексные решения для повышения эффективности производств передовой техники путем комплексного обеспечения материалами и предоставления технологических сервисов, среди которых:

- оборудование дозирования и смешивания двухкомпонентных материалов **Eldomix 10X**;
- первая российская установка микроабразивного удаления влагозащитных покрытий **«Борей»**.



**ООО «Остек-Тест»** продемонстрирует современные технологические решения с использованием испытательного и контрольно-измерительного оборудования. На выставке будут представлены:

- сверхнизкотемпературные камеры серии **Mini Subzero**;
- электродинамический вибростенд серии **M**.

Обладая богатым производственным опытом, сотрудники **ООО «Остек-Инжиниринг»** способны решать самые сложные задачи, в том числе и такие, как подготовка предприятия к работе по стандартам «Индустрии 4.0» и Промышленного Интернета Вещей (IIoT). В рамках выставки специалисты компании представят цифровую систему управления производством **LOGOS**.



Самые передовые технологии и надежный инструмент в области ручного монтажа продемонстрирует компания **«Остек-АртТул»**:

- паяльное оборудование **JBC**;
- паяльное оборудование **Pace**;
- системы ИК-нагрева печатных плат;
- дымоуловители **Bofa**;
- измерительное и тестовое оборудование;
- дозаторы пневматические;
- измерительные приборы **Vision Engineering**;
- видеомикроскопы **Hirox**;
- автоматизированные системы хранения.

На стенде **ПО «Гефесд»** вы узнаете о моделях антистатической промышленной мебели для предприятий радиоэлектронной, атомной, авиастроительной отраслей, среди которых:

- стол серии **АТЛАНТ**;
- стол наладчика с полкой серии **СТАНДАРТ**;
- стол наладчика с полкой серии **КАСКАД**;
- шкаф для хранения комплектующих и компонентов. 



На выставке ЭлектронТехЭкспо будет представлена книга генерального директора ООО «Остек-СМТ» Евгения Липкина «Индустрия 4.0 – ключевой элемент в промышленной конкуренции». Уникальность издания в том, что это первая книга российского автора об Индустрии 4.0, грядущих изменениях в промышленности и влиянии умных технологий на конкурентную среду.

Вот что автор говорит о своем труде: «Когда я начинал работу над книгой, в первую очередь, я ставил перед собой задачу восполнить определённые пробелы российского информационного пространства в отношении Индустрии 4.0 и её влияния на будущее промышленного производства высокотехнологичной продукции. Только комплексное понимание сути происходящих изменений позволит предприятиям эффективно адаптироваться к стремительно изменяющемуся конкурентному окружению. Эта адаптация может заключаться в повышении эффективности системы управления производством, внедрении новых технических решений, совершенствовании собственной продукции и развитии электронных услуг, являющихся неотъемлемой частью цифровой экономики».

Книга ориентирована, в первую очередь, на представителей высшего и технического руководства предприятий, производящих высокотехнологичную продукцию в области машиностроения и приборостроения.

Издание выпускается ограниченным тиражом. В ближайшее время книга будет доступна только по индивидуальным заявкам. Посетив презентацию на нашем стенде, вы получите уникальную возможность стать обладателем экземпляра книги с автографом автора.



**Ждем вас в «Крокус-Экспо», Москва, на стендах Группы компаний Остек павильон 1, зал 4, стенды В101, В103, В104, В105, В201!**

Для получения бесплатного пригласительного билета зарегистрируйтесь по ссылке [goo.gl/G88Gs0](http://goo.gl/G88Gs0) и распечатайте именной бэйдж, по которому вы сможете пройти на выставку без дополнительной регистрации.

Как проехать на выставку: станция метро «Мякинино», выходы к павильонам выставочного центра.

На автомобиле: пересечение МКАД (внешняя сторона, 66 км) и Волоколамского шоссе.

## КАЖДАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО – ЭТО НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЖГУТОВОЙ ОТРАСЛИ

В последние годы немалую часть экспозиции ГК Остек на выставке ЭлектронТехЭкспо занимают решения для обработки проводов, сборки жгутов и производства моточных изделий, которые вызывают немалый интерес у посетителей нашего стенда. О том, что представит на выставке в этом году направление производств электротехнических компонентов, рассказал генеральный директор ООО «Остек-ЭТК» Андрей Анатольевич Голубьев.

**Андрей Анатольевич, экспозиция решений для электротехнической отрасли занимает значительную часть выставочного стенда ГК Остек, с чем связано такое внимание к этому направлению?**

Мы не ставим перед собой цель расширить спектр представляемого на выставке оборудования только ради увеличения площади стенда. Широкая экспозиция решений для жгутовой отрасли, в первую очередь, отражает большой интерес со стороны специалистов отрасли к данной тематике. На протяжении нескольких лет мы отмечаем постоянно растущее количество посетителей, которые хотят найти оптимальное решение задач для своих жгутовых производств.



1

Интерактивный сборочный плаз (ИСП)

Объективно, оснащение и развитие жгутовых производств на предприятиях электронной и электротехнической промышленности всегда шло с определенным отставанием от других производств (электроника, сборка, металлообработка и т. д.). На мой взгляд, сегодня большинство руководителей четко осознают, что от качества жгутовых изделий существенно зависит качество конечной продукции. И повышенный интерес к жгутовой тематике – это лишь наверстывание многолетнего отставания в данной области.

**Какими интересными решениями Вы планируете удивить посетителей выставки?**

Несмотря на то, что в любой выставке есть элемент шоу, наша основная задача не PR или поддержание авторитета лидера отрасли. Мы хотим использовать этот уникальный момент времени для представления и демонстрации реальных, востребованных предприятиями решений. Именно востребованных, а не тех, что предлагают многие участники выставки, используя обновленные модели оборудования, в том чис-



2

Роботизированный комплекс обработки проводов (РКОП)

# БАУМ

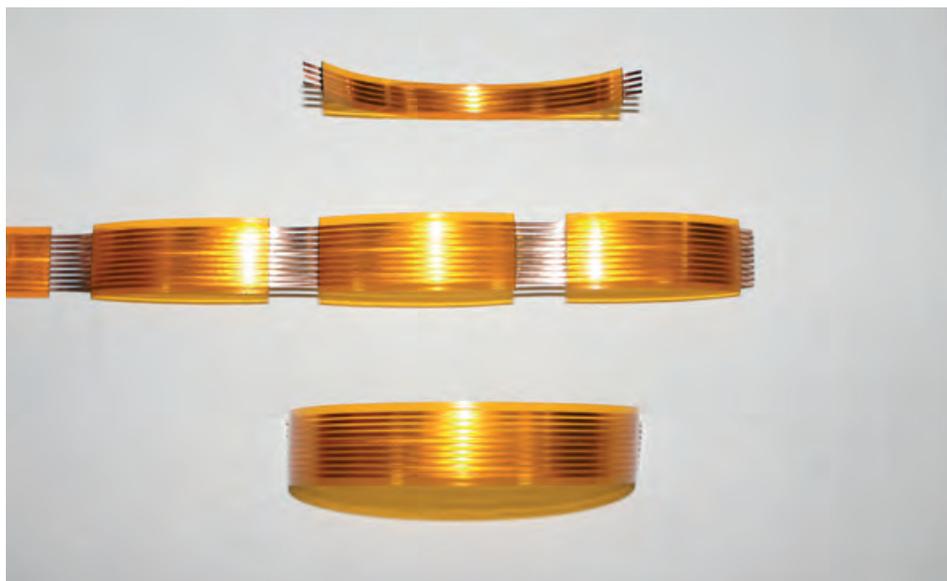
3

Логотип новой торговой марки – БАУМ проводов (РКОП)

ле зарубежного. У нас подготовка к выставке длится 365 дней в году, в течение которых мы посещаем десятки предприятий, изучаем их технологические задачи, требования, проблемы, а затем совместными усилиями формируем прототип будущего оборудования. И только после многократных итераций, проб, серьезных R&D рождается первый образец или, как говорят наши заказчики, «новинка оборудования».

За последние несколько лет мы не раз демонстрировали эти «новинки». Это, например, и интерактивный сборочный плаз (рис. 1), и роботизированный комплекс обработки проводов (рис. 2). Это комплексное решение для жгутовых производств «Поток», интеллектуальная система хранения, комплексное решение для моточных производств «Контур», интеллектуальная система сквозной маркировки и многое другое.

На текущей выставке мы традиционно представим на суд наших заказчиков очередную новинку. Причем это будет не прототип или опытный образец, а законченный проект. Хочу отметить, что на данное изделие на выставке будет действовать специальное предложение – можно будет купить предлагаемую новинку на особых уникальных условиях.



4

Образцы обработанных плоских шлейфов

## Расскажите подробнее об этом решении.

Хотелось бы до последнего момента сохранить интригу, но для читателей журнала мы сделаем исключение.

На ЭлектронТехЭкспо 2017 будет представлен первый в мире автоматический комплекс лазерной зачистки плоских проводных шлейфов – АКЛЗ «БАУМ». Это наша очередная собственная разработка, причины создания которой лежат в нерешенных проблемах целого круга заказчиков, использующих в своем производстве шлейфы.

Комплекс БАУМ не первая и, надемся, не последняя наша разработка, поэтому мы решили создать собственную торговую марку, под которой будут выходить все наши продукты (речь идет о жгутовом производстве). В результате долгой и непростой работы появилось название БАУМ (рис. 3).

Расскажу немного о самом комплексе. Идея этой разработки пришла к нам после анализа множества запросов по данной теме. Я и мои коллеги посетили десятки предприятий – на 95 % из них для решения задач по обработке шлейфов используют ручной инструмент. Это очень трудоемкий процесс с не всегда успешным результатом. Ряд

поставщиков на рынке предлагает решения, представляющие собой комбинацию полуавтоматических систем. Мы протестировали похожие варианты и результат нас, мягко говоря, не удовлетворил.

В нашей новой системе все технологические операции интегрированы в единый комплекс, начиная от подачи провода и заканчивая выходом обработанных заготовок сразу же готовых к использованию (рис. 4).

Это принципиально новый подход к задаче по зачистке проводных шлейфов. Мы затратили немалые ресурсы на разработку системы, чтобы она максимально подходила для работы с отечественным материалом. Специалисты меня поймут, ведь многое зарубежное оборудование не подходит под российские материалы и сырье.

## Почему компания решила разрабатывать собственные продукты? Связано ли это с политикой импортозамещения?

Мы начали разработку собственных продуктов еще до того момента, как в отношении России были введены ограничительные санкции. И обусловлено это было тем, что для наших специальных производств



5  
Российский патент на полезную модель ИСП (интерактивный сборочный плаз)

не всегда подходят типовые решения. Мы понимали, что на рынок необходимо выводить собственные продукты и разработки, тем более, что у ГК Остек есть собственная производственная площадка во Владимирской области.

Одним из первых собственных продуктов, сконструированных и собранных на нашем производстве, стал интерактивный сборочный плаз (ИСП). Это запатентованная разработка (рис. 5), впервые она была продемонстрирована на выставке ЭлектронТехЭкспо в 2014 году.

Если же говорить о серьезности и глубине инжинирингового подхода, то отмечу, что наши разработки признаны и в других странах мира.

Например, на интерактивный сборочный плаз мы получили патенты во Франции, Испании, Нидерландах (рис. 6).

Сегодня мы активно работаем над тем, чтобы максимально локализовать производство оборудования в России. Открою небольшой секрет – на выставке 2017 года посетители увидят еще один новый продукт БАУМ АРП-600 (автоматизированный размотчик провода). И мы говорим о полноценном производстве этого оборудования в России на производственных мощностях ГК Остек. Сразу же хочу ответить скептикам – это не просто отверточная сборка. АРП-600 – полноценный продукт, спроектированный и произведенный



6  
Патентная документация стран ЕС на интерактивный сборочный плаз



силами специалистов ГК Остек.

Наши разработки и продукты не являются банальными «заменителями» импортных товаров. Мы стараемся предложить заказчику то, чего нет у иностранных производителей. И здесь речь идет не только об оборудовании.

Два года назад в рамках выставки ЭлектронТехЭкспо 2015 мы представили наше комплексное решение «Поток». Это не просто комплекс разнонаправленного оборудования для жгутового производства. Основная идея «Потока» – это объединение оборудования единым программным комплексом ИСУТП (интеллектуальная система управления технологическим процессом). Это совершенно иной уровень организации производственного процесса сборки жгутов. Благодаря данной системе обеспечивается 100% прослеживаемость всех этапов производства и снижается до минимума влияние человеческого фактора. Подобный подход мы реализовали и в нашем комплексном решении «Контур» для намоточных производств. В моточное производство оказалось возможным интегрировать систему управления технологическим процессом.

**Какое еще оборудование будет представлено в рамках ЭлектронТехЭкспо 2017?**

Например, мы представим нашим посетителям машину, которая уникальна по своему назначению. Это не совсем новый продукт с точки зрения конструкторской мысли, но в России будет демонстрироваться



7  
Образец обработанного провода марки БИФ

впервые. Это система лазерной зачистки. Казалось бы, в чем новизна и интерес для российского рынка?

Мы исследовали определенный сегмент российского рынка и выявили целый пласт заказчиков, испытывающих проблемы при обработке провода БИФ. Специалисты поймут меня сразу. Предлагаемая нами машина идеально справляется со сверхспецифической изоляцией данного типа провода (рис. 7). Это решение будет особенно интересным для авиационной отрасли.

Также на стенде мы представим продукцию родоначальника оборудования по обработке проводов, нашего партнера – Artos Engineering, компанию, имеющую более чем 100-летнюю историю успеха. В России мы являемся официальными представителями этой компании. Подробнее о нашем сотрудничестве вы сможете прочитать в журнале «Вектор высоких технологий» № 3 (32) апрель 2017.

**Деятельность компании не ограничивается только работой на выставке, какими Вы видите перспективы развития рынка решений для жгутовых и моточных производств и вашего направления?**

Несмотря на то, что сейчас не самая легкая ситуация в экономике, мы с оптимизмом смотрим в будущее. Мы не останавливаем развитие своих разработок и нашей ассортиментной линейки. Препятствия в развитии бизнеса, которые рождает сложная экономическая ситуация – это одновременно и новые возможности.

Если говорить о развитии технологий в области жгутового и моточного производств, то в целом я вижу такую тенденцию – в выигрыше будут те компании, которые смогут предоставлять своему заказчику нестандартные индивидуальные решения. Мы активно работаем в этом направлении и всегда открыты к диалогу. Именно благодаря такому постоянному общению у нас появляются новые идеи и разработки.

**Благодарим Вас за интересный рассказ!**

## ОСТЕК-СМТ ЗАПУСТИЛ НОВЫЙ САЙТ О ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ 3D-ПРИНТЕРАХ MASS PORTAL

Для ознакомления клиентов с преимуществами и перспективными решениями в области аддитивных технологий Остек-СМТ разработал и запустил сайт, посвященный 3D-принтерам Mass Portal.

Одно из перспективных направлений деятельности ООО «Остек-СМТ» – аддитивные технологии. Компания активно развивает партнерские отношения с производителями 3D-оборудования и расходных материалов. Одним из партнеров компании в области аддитивных технологий является латвийский производитель Mass Portal.

Компания Mass Portal работает на рынке с 2012 года и специализируется на разработке и выпуске высокоточных промышленных 3D-принтеров под собственной торговой маркой Pharaoh™. Ключевыми преимуществами этих принтеров являются высокая точность и плавность печати, а также компактность и простота эксплуатации.

ООО «Остек-СМТ», официальный поставщик решений Mass Portal в России, презентует собственный сайт, посвященный 3D-принтерам Pharaoh™ – <http://www.massportal.pro/>. На сайте представлена линейка 3D-принтеров XD (модели XD 20, XD 30 и XD 40) и продемонстрированы преимущества решений Mass Portal. Функционал сайта позволяет сделать заказ, оставить заявку на консультацию, записаться на демонстрацию или заказать образец печати. 



## ОСТЕК-ЭЛЕКТРО И LADYBUG TECHNOLOGIES, LCC ПОДПИСАЛИ ДИСТРИБЬЮТОРСКИЙ КОНТРАКТ

В конце декабря 2016 года в городе Цюрих, Швейцария, состоялось торжественное подписание дистрибьюторского контракта между ООО «Остек-Электро» и LadyBug Technologies, LCC.

Согласно условиям контракта ООО «Остек-Электро» стало эксклюзивным дистрибьютором продукции LadyBug на территории Российской Федерации и стран Таможенного союза ЕАЭС (Россия, Киргизия, Белоруссия, Казахстан, Армения).

LadyBug – американская компания, ее офис и производство расположены в городе Санта-Роза. Основатели и инвесторы – ведущие радиоинженеры своей отрасли. Основным направлением деятельности, а также миссией компании является обеспечение наивысшего качества своих приборов среди решений по измерению мощности ВЧ/СВЧ-сигналов.

В 2007 году компания LadyBug создала первый в мире USB-датчик мощности, способный измерить пиковую и импульсную мощность, что является доказательством уникальной компетенции сотрудников LadyBug и их профессионализма.

За время своей деятельности компания LadyBug разработала уникальную запатентованную технологию, позволяющую проводить измерения маломощных сигналов без калибровки значения 0 дБм в широких диапазонах температур (номера патентов 7911199; 7830134).

## НОВЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА КОМПАНИИ SPEA – УСТАНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ SPEA 4080

Благодаря существующей технологии на значение измеренной мощности не влияют перепады температуры, что обеспечивает возможность измерения маломощных сигналов с высокой точностью.

Остек-Электро представляет следующие решения LadyBug:

- датчики средней мощности от 9 кГц до 40 ГГц (высокая точность обработка сигналов с любым видом модуляции);
- датчики пиковой, импульсной и средней мощности от 10 МГц до 20 ГГц;
- широкополосные датчики импульсной мощности от 50 МГц до 20 ГГц (отображают огибающую импульсного сигнала во временной области).

С парком демонстрационного оборудования можно ознакомиться в демозале ГК Остек. Дополнительная информация по электронной почте: [ostecelectro@ostec-group.ru](mailto:ostecelectro@ostec-group.ru). 



Новейшая тестовая установка электрического контроля – SPEA 4080 с 8 «летающими пробниками» и двухсторонним доступом, разработанная компанией SPEA, стала главной героиней на последних выставках электроники в Мюнхене и Мадриде. Сочетание высоких технологий и внимание к деталям, реализованные в установке, привлекло к ней внимание сотен посетителей и участников. SPEA 4080 устанавливает новые стандарты тестирования с использованием «летающих пробников» по критериям производительности и точности контактирования.

Инновационная гранитная рама в сочетании с передовыми технологиями линейного перемещения обеспечивают низкий уровень вибрации и высокую температурную стабильность, предоставляя беспрецедентный уровень точности контактирования при высочайшей производительности.

SPEA 4080 обладает в три раза большей производительностью, чем другие подобные системы, благодаря высокоскоростным линейным двигателям на каждой из осей XYZ. Высокая точность позиционирования системы обусловлена субмикронным разрешением линейных оптических датчиков положения, расположенных на каждой из осей XYZ, обеспечивающих попадание любым пробником в площадку размером 50 мкм и при этом не оставляя на ней следов.

Высокое качество тестового покрытия обеспечивается широким спектром тестовых возможностей, интегрированных в установку 4080, и наилучшей достигнутой точностью измерений, которую предлагает технология «летающих пробников» путем интеграции измерительной части с каждым «летающим пробником».

По своим габаритам SPEA 4080 очень компактна и занимает всего 2,2 кв. м. в варианте с автоматической линией. 



## ТЕХНОЛОГИИ

# Проводящие покрытия для электронной литографии на диэлектрических подложках



Текст: Александр Скупов



Для проведения электронной литографии на диэлектрических подложках требуется создание проводящего слоя поверх электронного резиста. Это связано с тем, что диэлектрик при экспонировании электронным лучом накапливает электрический заряд и тем самым препятствует дальнейшему экспонированию. Статья посвящена обзору современных решений, позволяющих создавать проводящие слои для электронной литографии на диэлектрических подложках. Основной акцент сделан на полимерные проводящие покрытия.

В ряде случаев перед технологами встаёт задача проведения электронной литографии на диэлектрических подложках. Это может быть экспонирование железокисных фотосаблонов, создание нано- и микроструктур на пластинах кварца, сапфира или стекла (например, штампов для наноимпринтной литографии)<sup>1</sup>. При экспонировании таких подложек электронным лучом диэлектрик накапливает заряд, который отклоняет летящие к подложке электроны и делает невозможным дальнейшее экспонирование резиста (пример негативного воздействия показан на рис. 1<sup>2</sup>).

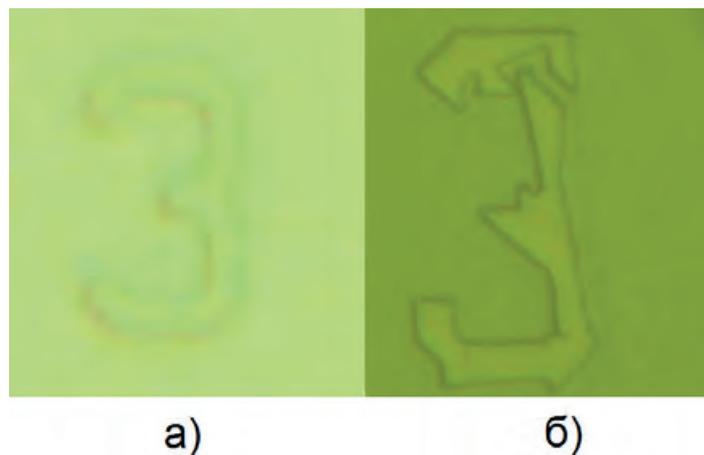
Для решения проблемы существуют два подхода. Первый состоит в напылении поверх электронного резиста тонкого слоя металла, второй – в нанесении проводящего полимерного покрытия методом центрифугирования<sup>3</sup>.

### Напыление слоя металла

Формирование слоя металла поверх электронного резиста является очевидным решением. Способы физического (physical vapor deposition – PVD) и химического (chemical vapor deposition – CVD, atomic layer deposition – ALD) осаждения тонких слоёв металлов существуют давно и активно применяются в современной микроэлектронике. Однако не все они могут быть использованы для создания проводящего покрытия поверх фоторезиста. Во-первых, резист не должен ухудшать свои литографические характеристики после процесса, во-вторых, необходимо обеспечить приемлемую адгезию металла к резисту.

Первое ограничение сокращает список возможных методов формирования металлической плёнки. Для этих целей подходит только термическое напыление<sup>4</sup>. При магнетронном и электронно-лучевом напылении происходит экспонирование плёнки электронного резиста. ALD и CVD требуют высоких температур, при которых происходит деградация резиста.

Второе ограничение усложняет выбор металлов. При термическом напылении для хорошей адгезии требуется подогрев подложки. Для электронных резистов на основе PMMA и хлорметакрилатов допускается использовать температуру не выше 150 °С. Для химически усиленных электронных резистов эта температура ещё ниже. Очень немногие металлы осаждаются термически на подложки с такой низкой температурой. Наиболее часто используются алюминий, хром, золото, они могут



1

Влияние накопленного резистом заряда на воспроизводимость топологии: резист с проводящим покрытием (а), резист без проводящего покрытия (б)

применяться в комбинации. Рекомендуемая толщина плёнок благородных металлов должна быть не менее 20 нм, поскольку в последнем случае может наблюдаться существенное увеличение сопротивления вследствие окисления и зернистой структуры металла<sup>5, 6</sup>.

После проведения экспонирования металл стравливается в специальном растворе. Иногда возможно удаление металла в проявителе – к примеру алюминий растворяется в щелочных растворах, подходящих для проявления HSQ-резистов (hydrogen silsesquioxane), например XR-1541. Травители некоторых металлов могут повредить плёнки электронных резистов, поэтому к выбору металла нужно подходить с учётом этого аспекта.

Таким образом, использование металла добавляет очевидную технологическую сложность в процесс электронной литографии. Необходимо использование дорогостоящего оборудования и дополнительного процесса травления перед проявлением.

### Использование проводящих полимерных покрытий

Альтернативным подходом является нанесение специального полимерного покрытия поверх фоторезиста с помощью центрифугирования. Существуют полимеры, обладающие электропроводностью при комнатной температуре. Строго говоря, это органические полупроводники.

<sup>1</sup> Nanofabrication Techniques and Principles: edited by M. Stepanova and S. Dew, 2012, VIII, 344P

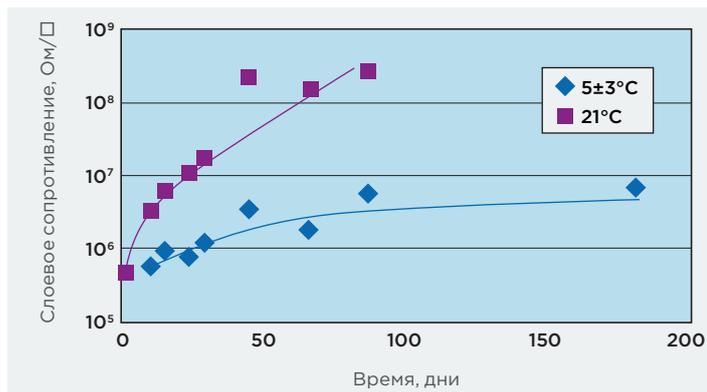
<sup>2</sup> Anti Charging methods: [http://nanolithography.gatech.edu/anti\\_charging.html](http://nanolithography.gatech.edu/anti_charging.html)

<sup>3</sup> Handbook of conducting polymers: edited by T.R. Skotheim, R.L. Elsenbaumer, J.R. Reynolds, Marcel Dekker Inc., New York, 1998, 1105P

<sup>4</sup> Conducting polymers as charge dissipator layers for electron beam lithography: R.A. Lopez, University of Erlangen-Nurnberg, 2006, 213P

<sup>5</sup> R. Peters et al, Study of multilayer systems in electron beam lithography, J. Vac. Sci. Technol. B 31(6), Nov/Dec 2013

<sup>6</sup> Y. Mingyan et al, A method to restrain the charging effect on an insulating substrate in high energy electron beam lithography, Journal of Semiconductors, Vol. 35, No. 12



2

Сопротивление проводящего покрытия ESpacer (Showa Denko K.K.) в зависимости от времени хранения

Требования, предъявляемые к проводящему покрытию:

- высокая проводимость;
- совместимость с резистом;
- высокая адгезия к резисту;
- простота удаления перед проявлением резиста.

Для надлежащего снятия заряда удельное сопротивление должно быть не более 10<sup>4</sup> Ом\*см. Как и у всех полупроводников, сопротивление покрытия изменяется с температурой. У некоторых проводящих материалов сопротивление может меняться с течением времени – это ограничение срока годности такого материала<sup>7</sup> (рис. 2).

Причина несовместимости с резистом – несоответствие систем растворителей: проводящее покрытие растворяет верхний слой резиста или вовсе смывает его при нанесении.

Адгезия любого коммерчески доступного покрытия, как правило, высока при условии совместимости систем растворителей, поэтому дополнительно данный вопрос не будет рассматриваться в этой статье.

T 1

Коммерчески доступные зарубежные полимерные проводящие покрытия для электронной литографии

НАЗВАНИЕ	ESPACER	AQUASAVE	ELECTRA 92
Производитель	Showa Denko K.K.	Mitsubishi Rayon Co.	Allresist GmbH
Основа	Политиофен <sup>11</sup>	Полианилин <sup>12</sup>	Полианилин
Растворитель	Вода	Вода / изопропиловый спирт	Вода
Толщина плёнки, нм	15-30	30-80	40-100
Удельное сопротивление, Ом*см	1,4	<1,4	1
Сниматель	Вода	Вода	Вода
Температура хранения, °C	5÷8	5÷8	8÷12
Срок годности, мес.	3	3	6

<sup>7</sup> ESpacer, Technical Report rev. 3.07, Mitsubishi Rayon Co, 2008

<sup>8</sup> K. Mohamed et al, «Surface charging suppression using PEDOT/PSS in the fabrication of three dimensional structures on a quartz substrate», Microelectronic Engineering, Volume 86, Issues 4-6, 2009, PP 535-538

<sup>9</sup> AR News, 30th issue, Allresist GmbH, April 2015

<sup>10</sup> Protective coating PMMA Electra 92 (AR-PC 5090), Product data, Allresist GmbH, 2016

<sup>11</sup> ESpacer 300Z, Material Safety Data Sheet, Showa Denko K.K., 2009

<sup>12</sup> aquaSAVE-53za, Material Safety Data Sheet, Mitsubishi Rayon Co., 2000

Желательно, чтобы проводящее покрытие растворялось либо в воде, либо в проявителе резиста. Очевидно, что водорастворимый полимер будет исключительно удобен при использовании электронных резистов, проявляемых в щелочных растворах (например, на основе нафтохинондиазида – НХД). В этом случае преимущество использования полимера будет очевидно перед использованием металла.

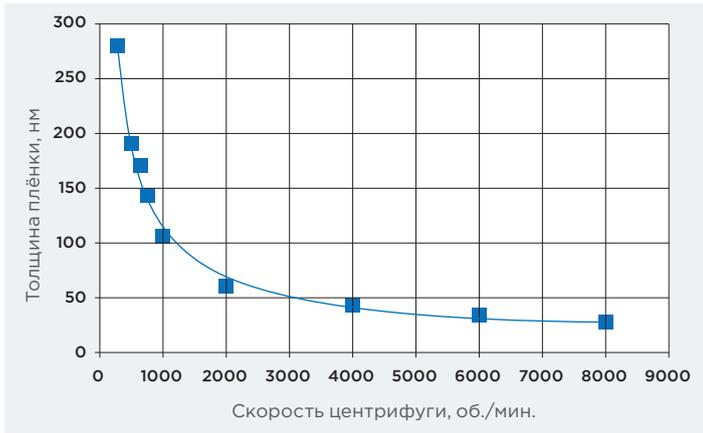
Многие исследователи применяли в своих работах самостоятельно изготовленные проводящие покрытия на основе PEDOT/PSS (poly(3,4-Ethylenedioxythiophene) / polystyrenesulfonate)<sup>8</sup>. Коммерчески доступные проводящие покрытия изготавливаются на основе полианилинов или политиофенов. Они обладают приемлемой проводимостью и растворимы в воде. В T 1 приведены основные характеристики коммерчески доступных материалов. В качестве примера далее рассмотрим применение проводящего полимерного покрытия производства компании Allresist.

### Примеры использования полимерного покрытия при электронной литографии

Проводящее полимерное покрытие компании Allresist Electra 92 изготавливается на основе полианилинов<sup>9</sup>. Ранее данный материал поставлялся производителем в качестве экспериментальной разработки под названием SX AR-PC 5000/90.2.

Полимер наносится методом центрифугирования. Кривая зависимости толщины плёнки от скорости вращения центрифуги представлена на рис. 3.

Производитель заявляет, что Electra 92 совместим с большинством доступных на рынке электронных резистов<sup>10</sup>. Данный материал совместим с резистами, требу-



3 Кривая зависимости толщины плёнки Electra 92 от скорости вращения центрифуги по данным Allresist GmbH

ющими высокими дозами экспонирования, поскольку используемые в составе полианилины не сшиваются вплоть до 5000 мкКл/см<sup>2</sup>. На рис. 4 и 5 приведены примеры использования Electra 92 с разными резистами.

Как и другие проводящие полимерные покрытия, Electra 92 может применяться в электронной микроскопии в качестве слоя стока заряда. На рис. 6 представлен пример использования Electra 92 в этой области.

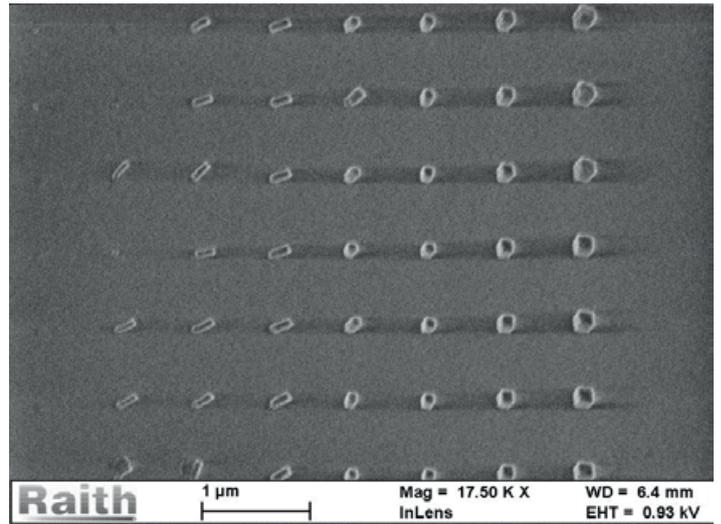
### Заключение

Для выполнения электронной литографии на диэлектрической подложке необходимо использовать специальное проводящее покрытие. Для создания таких покрытий есть два подхода: первый состоит в напылении металла, второй – в нанесении специального полимерного покрытия методом центрифугирования.

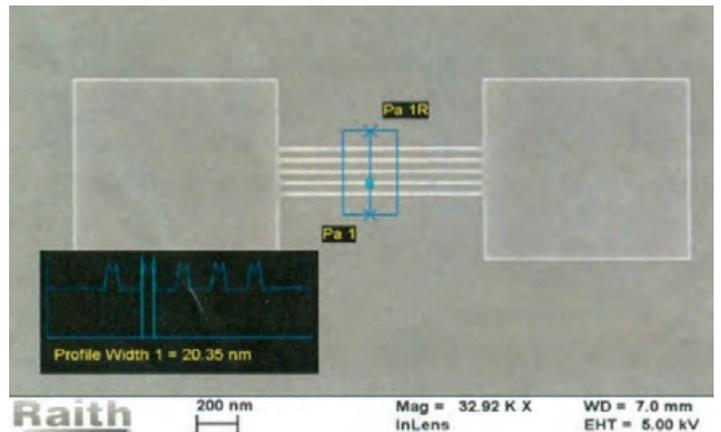
При напылении металла технологический маршрут удлиняется, приходится включать в него новые стадии травления перед проявлением резиста. Кроме того, перед технологами возникает проблема выбора самого металла и достижения его высокой адгезии к поверхности резиста.

Второй подход гораздо проще, так как для нанесения проводящего покрытия используется то же оборудование, что и для нанесения электронного резиста. Поскольку большинство проводящих полимеров, используемых для указанных целей, являются водорастворимыми, их очень легко удалить перед проявлением резиста. Можно выбрать максимально универсальный полимер, совместимый с большинством электронных резистов. Примером такого материала является Electra 92 производства компании Allresist.

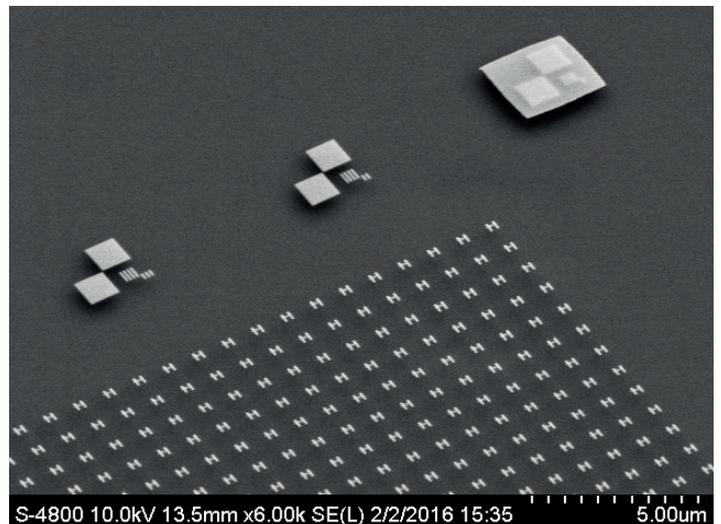
Группа компаний Остек сотрудничает с производителями описанных в статье проводящих покрытий для электронной литографии на диэлектрических подложках. При необходимости специалисты Остека могут оказать технологическую поддержку в области применения материалов для электронной литографии, совместно с производителями провести исследования и тесты.



4 Столбики размером 60-150 нм, сформированные в резисте AR-N 7700.08 (Allresist) на кварцевой подложке с использованием Electra 92 (Allresist)



5 Линии шириной 20 нм, полученные в резисте XR 1541 (Dow Corning) на кварцевой подложке с использованием Electra 92 (Allresist)



6 Изображение полимерных структур, полученное на РЭМ при помощи Electra 92 (Allresist)

## КАЧЕСТВО

# Total-TPS в российской электронной компании

## Визит на производство ЗАО «Аргус-Спектр»

Текст: Владимир Мейлицев

Компания «Аргус-Спектр» – ведущий отечественный производитель систем охраны и пожарной безопасности. Сегодня в номенклатуре ее продукции – более 200 наименований, к которым ежегодно прибавляется еще по 5–7 разработок. В 2016 году компания заняла 7 место в рейтинге «ТехУспех» среди компаний по экспорту, ее системами оборудованы более 150 тыс. объектов в России и тысячи – в Европе, Турции, Австралии и даже в самой Японии.

Впечатляет перечень зарубежных объектов, на которых установлены системы «Аргус-Спектра». Королевский театр в Льеже, Академия наук в Будапеште, аэропорт Франкфурт-на-Майне... А Великобритания? Вестминстер, в котором заседает английский парламент, замок королевы в Шотландии и налоговая инспекция в Лондоне, Оксфордский и Кембриджский университеты, крупный офисный центр и ряд первоклассных отелей. А еще, казалось бы, немыслимое: российская система установлена на новейшие корабли британского военного флота, в том числе на авианосец «Куин Элизабет»!

«Аргус-Спектр» производит в месяц 69 тыс. приборов примерно 150 наименований – и это при штате около 250 человек. Кроме того, предприятие дает пятилетнюю гарантию на свою продукцию. Как организовано производство, выпускающее столько разнообразной продукции при столь скромном числе работников? Как там поставлена система обеспечения качества, позволяющая предоставлять такой продолжительный гарантийный срок? Ответ на эти вопросы оказался очень интересным: петербуржцы внедрились концепцию lean production – бережливого производства, и не как-нибудь, а по системе компании Toyota!

Это надо было увидеть. Насколько нам известно, в российской электронной отрасли еще никто не брался всерьез применить T-TPS – Total Toyota Production System. Нас встретил, показал производство и объяснил, как можно внедрять T-TPS в производство электронных приборов, начальник цеха поверхностного монтажа Дмитрий Кошелев.

## Дмитрий, как вы пришли к пониманию необходимости внедрения концепции бережливого производства?

В целом можно сказать, что наше производство и многономенклатурное, и крупносерийное. Нашим заказчикам, как правило, требуется комплект из разных устройств, при этом количество экземпляров одного типа может быть, например, 20 тыс., другого – 100 штук, третьего – 20, и все это завершается двумя сложными устройствами, выпускаемыми небольшой серией. Комплект оформляется одним заказом, и ценностью для покупателя является именно весь заказ – отдельные приборы для него не имеют смысла.

В обычном производстве, работающем по системе партий-очередей, сначала запускается изделие №1, затем №2 и т.д. Изготовленные изделия «вытаскиваются» на склад и лежат там до тех пор, пока не будет закрыта последняя позиция заказа. А потребитель ждет. Мы считаем такое положение недопустимым, и это стало одной из причин, заставивших нас задуматься об изучении концепции бережливого производства (БП). Эта концепция заменяет принципа вытаскивания продукции на принцип вытягивания, когда ежедневные планы формируются на основе заказов от потребителей. Таким образом, производство занято только тем, что нужно делать в каждый конкретный момент.

## Когда вы начали вводить новую систему?

Первые шаги мы начали делать в 2011 году. После достижения определенных результатов захотели посоветоваться с самыми авторитетными людьми в теме бережливого производства и заказали аудит производства у компании Toyota Engineering Corporation. Потом договорились о ежемесячных консультациях в течение года, после самостоятельно проработали еще год и снова провели аудит, по результатам которого нам присудили бронзовую медаль Toyota Production System – Производственной системы Toyota. Это очень высокая награда: на тот момент в российской электронной промышленности ее не было ни у кого, а в автомобилестроении ее имел только один завод, выпускающий компоненты для машин Toyota.

## Но ведь производственная система Toyota – это не только максимально быстрое выполнение заказов потребителей? Как и всякая система, воплощающая концепцию бережливого производства, она должна способствовать сокращению издержек, росту качества продукции...

Само стремление максимально быстро выполнить заказ связано, в первую очередь, с требованием минимизации хранимых запасов, в данном случае – массива готовой продукции. Это требование является следствием одного из фундаментальных принципов TPS – разделением работ на те, которые создают добавленную ценность и те, которые не создают. Нахождение чего бы то ни было на складе не создает добавленной ценности – значит, это потери, которые должны быть исключены.

Автоматизация технологических процессов – это одна из основ TPS. При этом важно выбрать правильное оборудование – от этого выбора зависит многое. Только высокое качество машин и системное согласование их характеристик в составе линии позволяют избежать снижения производительности из-за несбалансированности линии, а также потерь на техническом обслуживании и ремонте.



Бронзовая медаль за достижения во внедрении системы Total-TPS



В цехе автоматизированного монтажа

## Как вы решаете проблему быстрой переналадки линий?

Один из интересных методов TPS – разделение переналадок на внутренние и внешние. Внутренние – это те, для проведения которых нужно останавливать линию, а внешние производятся параллельно с ее работой. Концепция бережливого производства требует максимально возможного перевода переналадок из первого типа во второй.

Мы закупили дополнительные комплекты питателей и дополнительные рамки для трафаретов, и оператор может готовить переналадку в то время, когда его линия работает. Сегодня мы умеем делать три-четыре переналадки в день на каждую линию, намерены довести их число до пяти.

Можно привести много примеров локальной рационализации – на первый взгляд незначительных, но вносящих свой вклад в ускорение работы. Например, мы разметили подкатные тележки для питателей – расставили номера аналогично тем, которыми промаркированы слоты монтажных автоматов. Мелочь? Нет, продолжение реализации принципа замены внутренних наладок на внешние: при заранее расставленных в нужном порядке питателях экономится время, в течение которого машина должна стоять.



Трафареты вывешены на обыкновенных вешалках для брюк. Кустарно? Нет, удобно: можно быстро найти, быстро снять, быстро повесить на место



Комплект питателей на штатной подкатной тележке Fuji, доработанной нанесением позиций аналогично маркировке позиций сборочного автомата



«Маленькие хитрости» (слева направо): экран для показа видеоинструкций; табло «Переналадка»; магнитные карточки

Столы для зарядки питателей мы взяли с телескопическими ножками и выровняли по высоте с подкатной тележкой – стало удобнее перемещать питатели с нее на стол и обратно. Корзина для обрезков ленты навешивается на стол при помощи кронштейна, с которого ее легко снять. В дополнение к столам приобретены высокие вращающиеся стулья – такие принято употреблять в барах, но нас это не смущает, главное, чтобы было удобно. Выводим на экран видеоинструкции по проведению простых операций обслуживания техники, так что их можно выполнять в отсутствие сервисного инженера. Установили табло «Переналадка», оператор линии может включить его, вызывая на помощь свободных коллег.

А еще есть таблички с магнитами, подобные известным сувенирам, которыми принято украшать холодильник. Теперь, когда у нас нет многочисленных стеллажей с выделенными местами для каждого типа плат, мы просто ставим коробку с ними на произвольное место на полке и в этом месте прикрепляем соответствующую магнитную табличку. А таблички для плат, которые сегодня не монтируются, «паркуются» на стенке печей, делая их отдаленно похожими на те холодильники...

### **Вы сказали, что операторы при необходимости помогают друг другу. Но ведь машины в линиях разные, соответственно, разными должны быть умения операторов?**

У нас есть так называемая матрица знаний – визуальное отображение того, что умеют наши сотрудники. Есть навыки, которые работник должен получить обязательно. Например, оператор линии №2 должен научиться всем четырем компетенциям применительно к своей линии: сначала овладеть уровнем помощника оператора, затем получить право самостоятельной работы, проведения еженедельного регламента и, в конце концов, научиться программировать и делать чертежи трафаретов. Если кто-то хочет расширить круг своих умений за минимально необходимые пределы, он имеет такую возможность. Сумма компетенций оценивается баллами, и эти баллы определяют ценность сотрудника для компании.

Матрица знаний – необходимый элемент при ежедневном планировании. Зная перечень приборов, намеченных к выпуску на завтрашний день, руководители подразделений и координаторы бригад расставляют людей по рабочим местам в соответствии с их навыками.

### **Как поставлено у вас выполнение еще одного принципа TPS – «профилактика вместо быстрого устранения неполадок»?**

Этот принцип выполняется неукоснительно. В этом, кстати, нам очень успешно помогает Остек. Мы работаем с ними много лет, это замечательная компания. Сегодня продавцов оборудования много. Но купить машины – это только начало, надо, чтобы они работали качественно и без сбоев. И тут становятся очевидными преимущества Остека: они всегда готовы проконсультировать, приехать для обслуживания оборудования. Дают советы по комплектующим и материалам для ремонта и профилактики, по срокам замены узлов в зависимости от наработки. Мы следуем таким рекомендациям, это важно для реализации одного из краеугольных принципов TPS – «точно вовремя».

Кроме того, иногда цех стоит по независимым от него причинам. Тогда мы занимаемся профилактическим обслуживанием оборудования. Всегда найдется, что можно сделать полезного, чтобы цех выпускал продукцию бесперебойно и с высоким качеством.

### **Как вы прошли самое сложное – переходный период?**

Большую роль здесь сыграл, как это часто бывает, руководитель: Михаил Сергеевич Левчук, наш исполнительный директор, является энтузиастом идеи БП. И все, кто оценил эту идею и стал ее воплощать, получили с его стороны очень серьезную организационную поддержку.

Сначала все выглядело довольно неуклюже: не так работают склады, по-другому разносятся комплектующие, неподходящая система планирования. Надо было учиться разбивать сборку на операции для каждого рабочего места, определять дневную выработку, по-новому строить отношения с ОТК и т.д.

Постепенно стало получаться и мы увидели, что не нужны огромные стеллажи, не нужны границы, и сняли перегородки, сделали один общий зал. Выяснилось, что высвобождаются люди – те, кто осуществлял контакты между подразделениями, а также начальники цехов, их заместители – с управлением процессом вполне справлялись координаторы цепочек.

Главной трудностью переустройства оказалась человеческая психология. Самое чувствительное – заработок. Раньше на работы действовали расценки – на монтаж, на сборку, на упаковку. Все были сделщиками, больше сделаешь – больше получишь. А в цепочках работники получают фиксированную зарплату за выполнение плановой работы. И в этом не только вопрос заработка. Раньше монтажница была убеждена, что ее задача, можно сказать, миссия, состоит в том, чтобы спаять как можно больше изделий, в этом была ее трудовая доблесть. А теперь нужно – заданное количество, высокое качество и точно в срок. Это существенно другая ситуация.

Впрочем, такая коллизия была разрешена созданием системы показателей, стимулирующей работать по-новому. Сложнее было с руководящим персоналом, с людьми, проработавшими на предприятии долгие годы, много для него сделавшими и по-другому представлявшими себе его развитие. Что ж, некоторые смогли найти свое место в новой системе, а кому-то пришлось сменить место работы... это неизбежно.

Потом ввели матрицу знаний, у сотрудников появилось новое направление приложения усилий. На тех изделиях, которые уходили на склад, стали писать дату выпуска. Увидели, что некоторые партии лежат подолгу, и это стало уже беспокоить людей – зачем так много выпустили? Это сработало как обратная связь в становлении нового подхода к работе. И так постепенно все сформировалось.

### **Дмитрий, вы можете что-то особо выделить в системе TPS с точки зрения методологии?**

Когда начинаешь внедрять принципы БП, встает вопрос: что делать в моей конкретной ситуации? И тут вступает в силу подход, свойственный, скорее, общему стилю работы Toyota, но хорошо ложающийся в систему TPS.

Пока не начал делать, ты только думаешь, что знаешь все об объекте предстоящего действия. Но это не так. Есть такая аналогия. Когда из пруда начинают сливать воду, поначалу видна только ее гладкая поверхность. Потом обнажаются верхушки камней, но все равно неизвестно, что там дальше, глубже. По мере слива становятся видны все новые подробности...

Не надо продумывать весь процесс наперед. Надо пробовать. Не получилось – откажись, найди что-то еще. Идея может принести плоды сразу, может не принести, но зато выявляется что-то новое, чего не случилось предположить заранее. В конце концов может получиться нечто значительно лучшее, чем то, что представлялось изначально.

Такой подход хорошо сочетается с одним из ключевых принципов TPS, который называется кайдзен – принцип непрерывного совершенствования: нельзя дойти до момента, когда можно остановиться, считаю, что достиг последнего предела совершенства. С формальной точки зрения, здесь отрицается результат как финальное состояние процесса. Но на самом деле результаты имеются и часто весьма впечатляющие.

### **Остается спросить, какой же общий результат имеет компания на сегодняшний день от перехода на принципы бережливого производства.**

Благодаря сплоченной работе целой команды удалось сочетать культуру бережливого производства советского и настоящего времени и достаточно быстро выйти на высокий уровень организации по японским стандартам, тем самым добившись высоких результатов: улучшить качество продукции до состояния «ноль дефектов», а также своевременно отвечать на спрос рынка.

Так что можно с уверенностью утверждать, что результаты реализации концепции бережливого производства значительны и положительны по всем направлениям.

**Спасибо за интересный рассказ. □**



# Новый язык управления производством

## LOGOS

Цифровая  
система  
управления



Система LOGOS разработана специалистами Группы компаний Остек для управления производственными процессами на современных российских предприятиях. Система открывает новые возможности по сбору и обработке информации, необходимой для принятия решений, от которых зависят качество, сроки и эффективность работы предприятия.

**Протестируйте систему бесплатно!\***

### Преимущества системы

- исчерпывающая и объективная картина производства для руководителя предприятия;
- прозрачность производственных процессов на всех уровнях;
- прослеживаемость продукции по всему технологическому циклу;
- оперативное и перспективное планирование на основе точных данных;
- диагностика и предупреждение отклонений по качеству, срокам и эффективности;
- сокращение издержек за счет оптимизации ресурсов и снижения доли незавершенного производства.

\* Для получения бесплатной 30-дневной полнофункциональной версии системы обращайтесь по тел.: (495) 788-44-44.



будущее  
создается

[www.logos-system.ru](http://www.logos-system.ru)  
(495) 788 44 44  
[logos@ostec-group.ru](mailto:logos@ostec-group.ru)



# Заливка МОТОЧНЫХ изделий: ВЫСОКОЕ Качество для малых серий

Текст: Роман Лыско  
Дмитрий Юрченко

”

В журнале «Вектор высоких технологий» № 1 (30) февраль 2017 мы рассказали о плюсах применения процесса заливки мотоцикльных изделий перед технологическим процессом пропитки, о том, что решения по заливке постоянно развиваются и совершенствуются. Это касается как появления новых технологических материалов, так и современных единиц оборудования. Одну из таких новинок представила рынку в 2016 году немецкая компания Scheugenpflug – системы вакуумного дозирования и заливки VDS LEAN, которые могут быть интересны российским производителям мотоцикльных изделий.

Многие российские компании и производители электронной продукции работают в нишевых отраслях, таких как специальная техника, промышленная электроника, измерительная техника. Для этих сегментов характерна небольшая серия изделий и большая номенклатура. Между тем требования, предъявляемые к качеству и надежности изделий в этих областях, очень высоки. А качество изоляции моточных изделий во многом определяет качество конечного продукта.

Тенденции миниатюризации электронной техники не обошли стороной и моточные изделия. Без уменьшения размеров трансформаторов невозможно уменьшить массогабаритные характеристики продукции. Выпуск изделий малых размеров (рис. 1) помимо высокоточных моточных станков и специальной оснастки для намотки требует и новых решений по герметизации и заливке. В моточных компонентах всегда присутствуют межвитковые зазоры и полости небольшого размера. Заливка подобных изделий с использованием устаревших технологических процессов не может гарантировать отсутствия воздушных пузырьков в изоляции.



1

Миниатюрная катушка трансформатора

Высокое качество изолирующего слоя, его защитные функции и необходимые электротехнические характеристики пробойного сопротивления можно обеспечить за счет применения вакуумной заливки в технологическом процессе. При этом обязательным условием является непрерывный, стабильный высокий уровень вакуума, моточные изделия должны быть защищены от воздействия влажности.

Компания Scheugenpflug предложила рынку новую систему вакуумной заливки LeanVDS (рис. 2), которая обеспечивает высокое качество заливки при небольших объемах выпуска моточных изделий. Также это решение имеет более низкую стоимость по сравнению с другими аналогами. Рассмотрим подробнее особенности новой системы.

Говоря о комплексном процессе заливки, отдельно рассмотрим систему подготовки компаунда, ведь подготовка материала – это основная база для получения качественного готового изделия. Для обеспечения пер-

воначальной дегазации двухкомпонентного компаунда используется система подготовки и подачи материалов A310. Компания Scheugenpflug адаптировала систему A310 под небольшие производственные объемы заливки, на рис. 3 представлена машина подготовки материала с рабочим объемом баков на 5 и 1 литр.

Ранее модули выпускались с объемом баков на 60 и 20 литров. Выпуск машины с баками меньшего объема существенно расширяет возможность применения систем для изделий малых серий и значительно снижает непроизводственные потери, связанные с перерасходом заливочных материалов. Система обеспечивает уровень вакуума до 1 Мбар.



2

Система вакуумной заливки LeanVDS

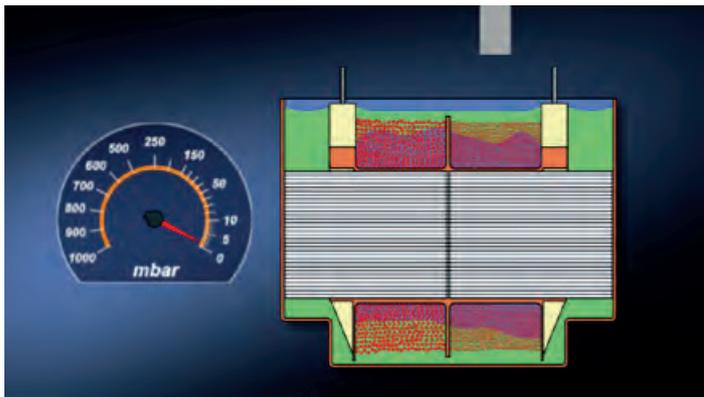
3

Модуль подготовки и подачи материалов A310

При разработке системы LeanVDS основной акцент был сделан на надежность процесса и стабильность вакуума. В установке создается вакуумная среда вокруг изделия и его элементов, что гарантирует отсутствие пузырьков воздуха в межвитковых полостях и однородность заливки изделия. На рисунках 4.1, 4.2 и 4.3 представлен процесс заливки моточного изделия в вакууме.

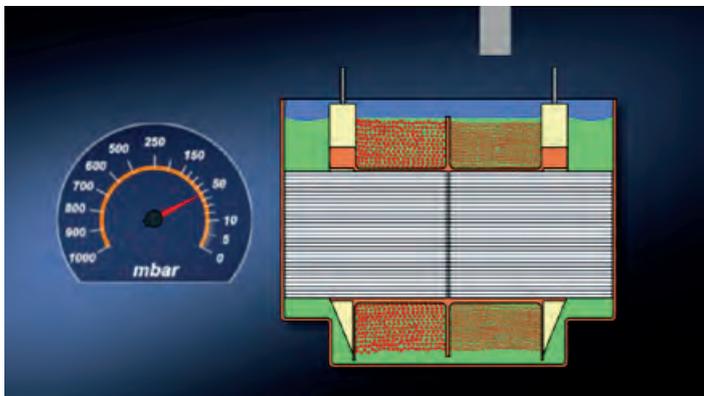
Немаловажное преимущество систем LEAN VDS – возможность использования широкого спектра материалов, таких как полиуретаны, силиконы, эпоксидные смолы, в том числе отечественного производства.

В машину LEAN VDS интегрирован функционал по контролю и учету нагрева узлов и деталей, контактирующих с компонентами компаунда. Это позволяет обеспечить точность температурных параметров материала. Для ряда заливочных компаундов колебания температурных параметров критичны для получения качественного изоляционного слоя и гарантированной



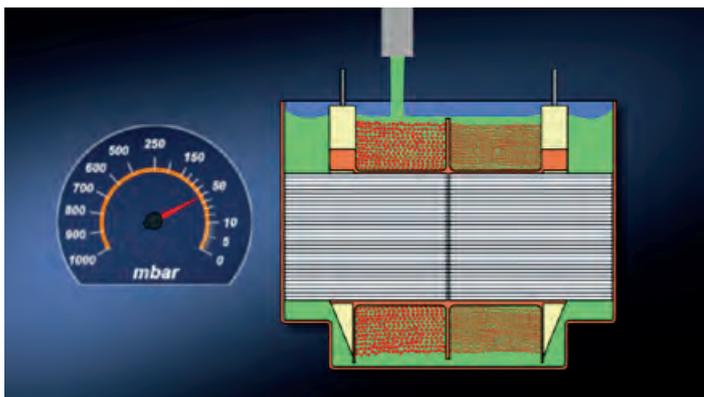
4.1

Заливка изделия при атмосферном давлении. Материал проникает в крупные межвитковые зазоры катушки



4.2

Вакуумизация. Процесс вакуумизации усиливает проникновение заливочного материала в полостимоточного изделия



4.3

Повторная заливкамоточного изделия. Первичный объем компаунда полностью распределился между витками изделия. На данном этапе добавляется компаунд для достижения требуемого уровня заливки

полимеризации. Более того, качественный изоляционный слоймоточного изделия и отсутствие воздушных пузырьков гарантируют высокий уровень удельного сопротивления и величину пробойного напряжения.

Узлы машины позволяют обеспечить вакуумную среду для компаунда от момента загрузки материалов в модуль подготовки до непосредственного осуществления процесса заливки. Вакуум нагнетается роторным вакуумным насосом со значением вакуума до 5 мбар. В расширенной комплектации система оснащается вакуумным насосом, обеспечивающим давление в вакуумной камере до 3 мбар. Такой уровень гарантирует среду, в которой будет максимальная заполняемость компаундоммоточного изделия

В LEAN VDS используется блок управления SCP200 с удобным и интуитивно понятным интерфейсом. При управлении системой выделяются три уровня доступа для разных категорий специалистов: оператор, наладчик, мастер или начальник участка заливки.

Lean VDS доступна в моделях Basic и Universal. В **T1** представлены основные характеристики, а в **T2** – спецификация машин LeanVDS B и Lean VDS U.

Основное различие систем LeanVDS B и LeanVDS U – в размерах вакуумной камеры и наличии координатно-поворотного стола, который позволяет заливать в вакууме несколько изделий за один цикл загрузки.

Системы LeanVDS от компании Scheugenpflug оптимальны в соотношении цена/качество и технологически подходят для малых серий и даже лабораторного применения. Система обеспечивает вакуумную среду на всех этапах процесса заливки и обладает значительной гибкостью при переходе с одного изделия на другое. Программное обеспечение, интегрированное в систему, дает возможность создавать программы под каждое изделие и осуществлять быструю переналадку независимо от квалификации персонала, уменьшая влияние человеческого фактора. 

T 1

Основные характеристики LeanVDS B и LeanVDS U

ХАРАКТЕРИСТИКА	LEANVDS B, БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ	LEANVDS U, УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ
Осевое перемещение	Нет	X-Y-Z
Контроллер	Интегрирован в систему	
Визуализация процесса	Сенсорный цветной дисплей	
Модуль подготовки и подачи	A 310	
Вакуумные насосы	Стандартная комплектация: роторный вакуумный насос SV16B (производительность: 16 м <sup>3</sup> / ч) Уровень вакуума: 5 мбар Расширенная комплектация: роторный вакуумный насос SV40B (производительность: 44 м <sup>3</sup> / ч) Уровень вакуума: 3 мбар	

T 2

Подробная спецификация машин LeanVDS B и LeanVDS U

Модель		БАЗОВАЯ ВЕРСИЯ LEANVDS B			УНИВЕРСАЛЬНАЯ ВЕРСИЯ LEANVDS U		
		B300	B420	U420-Z	U420-X-Z	U420-X-Y	U420-X-Y-Z
Габариты (Д × Ш × В)	Д	662	790	790	790	790	790
	Ш	732	732	732	732	732	732
	В	2100	2150	2150	2150	2150	2150
Размер камеры (Д × Ш × В)	Д	300	420	420	420	420	420
	Ш	300	420	420	420	420	420
	В	300	360	360	360	360	360
Линейные оси	-	-	-	Ось-Z	Ось X-Z	Ось X-Y	Ось X-Y-Z
Скорость по оси X и (или) Y	мм/с	-	-	-	160	160	160
Скорость по оси Z	мм/с	-	-	50	50	-	50
Максимальный вес изделий	кг	-	-	Макс. 50	Макс. 50	Макс. 50	Макс. 50
Максимальная высота изделий	мм	930 ± 50	960 ± 50	1120 ± 50	1120 ± 50	1120 ± 50	1120 ± 50
Время вакуумирования SV16B (стандартная комплектация)	100 мбар	25 с	45 с	40 с	40 с	40 с	40 с
	50 мбар	30 с	65 с	55 с	55 с	55 с	55 с
	10 мбар	50 с	105 с	90 с	90 с	90 с	90 с
	5 мбар	60 с	135 с	115 с	115 с	115 с	115 с
Время вакуумирования SV40B (расширенная комплектация)	100 мбар	10 с	25 с	20 с	20 с	20 с	20 с
	50 мбар	15 с	30 с	25 с	25 с	25 с	25 с
	10 мбар	20 с	40 с	35 с	35 с	35 с	35 с
	5 мбар	25 с	45 с	40 с	40 с	40 с	40 с

# Неразрушающий КОНТРОЛЬ Качества В аддитивном производстве



Текст: Павел Косушкин

Для крупных предприятий России, производящих высокоточную ответственную продукцию, аддитивные технологии становятся все более востребованными. Одна из них – SLM (Selective Laser Melting) – технология спекания металлического порошка лазером – является наиболее перспективной и имеет ряд особенностей.

## Особенности контроля качества в аддитивном производстве

Давайте посмотрим, с какими моментами, которые действительно влияют на качество выходной продукции в производстве, можно столкнуться при производстве изделий с помощью аддитивных технологий.

Во-первых, мы не можем увидеть качество 3D-печати внутри изделия. Мы можем контролировать наружную поверхность, но не качество спекания металлического порошка внутри.

Во-вторых, всегда необходимо контролировать саму геометрию изделия, потому что после процесса выращивания изделия, а также после различных процессов постобработки (термических, механических и др.), геометрия изделия может меняться, что необходимо учитывать и компенсировать при моделировании CAD-модели.

В-третьих, иногда возникает потребность во входном контроле расходных материалов, а именно металлопорошковых композиций. Не всегда легко понять, насколько заявленные требования к сырью соответствуют реальным значениям.

Сегодня для решения таких задач применяется технология промышленной компьютерной томографии – метод восстановления внутренней структуры объекта посредством многократного просвечивания в различных пересекающихся направлениях.

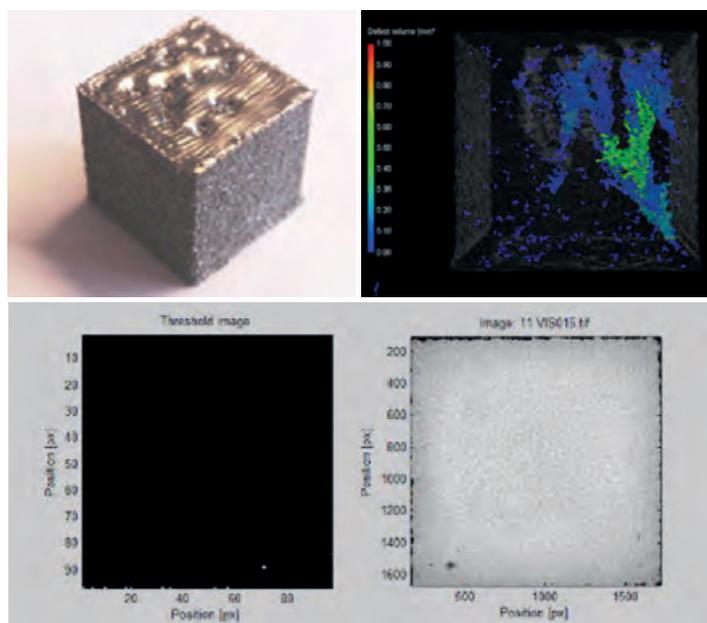
Далее рассмотрим подробно каждый из этапов.

## Качество 3D-печати. Что внутри?

Многие задаются вопросами: какое же качество будет у изделий, полученных с помощью аддитивных технологий? Насколько эти изделия сопоставимы по прочности с изготовленными по традиционным методам? Это правильные вопросы, требующие особого внимания. Откуда они возникают? Непосредственно из самой технологии лазерного спекания металлического порошка. На производстве проконтролировать качество спекания частиц после получения детали обычными способами не представляется возможным. А для ответственных деталей критически важно, не произошел ли сбой в одном из слоев при выращивании, нет ли внутренних дефектов в виде пустот, рыхлот, трещин и т. п. Тут и приходит на помощь промышленная компьютерная томография – единственный из методов контроля, позволяющий максимально эффективно проверить качество 3D-печати.

В начале технологического процесса изготовления изделий в аддитивном производстве можно и нужно применять компьютерную томографию для отработки режимов синтеза. Каждое изделие уникально, как и все параметры для его изготовления. Конечно, их лучше подобрать еще до выращивания изделия, чтобы сократить процент негодной продукции и сэкономить расходный материал, который стоит немало. На рис. 1 показан пример создания опытного образца с последующим томографическим исследованием. Таким образом мы можем обнаружить дефекты или пустоты в образце при текущих режимах синтеза и при необходимости их скорректировать.

После изготовления детали, несмотря на заранее подобранные режимы для синтеза, необходимо выполнить ее полный контроль, чтобы выявить возможные дефекты. В примере, приведенном на рис. 2, после проведения компьютерной томографии были обнаружены и локали-



1

Образец со специально созданными дефектами



2

Автоматический анализ пустот в объеме

зованы пустоты. Сейчас речь не идет об их критичности при эксплуатации изделия, это задача конструктора. Однако промышленная компьютерная томография позволит обнаружить и провести исследования по воздействию механической нагрузки на изделие.

## Контроль внешней и внутренней геометрии

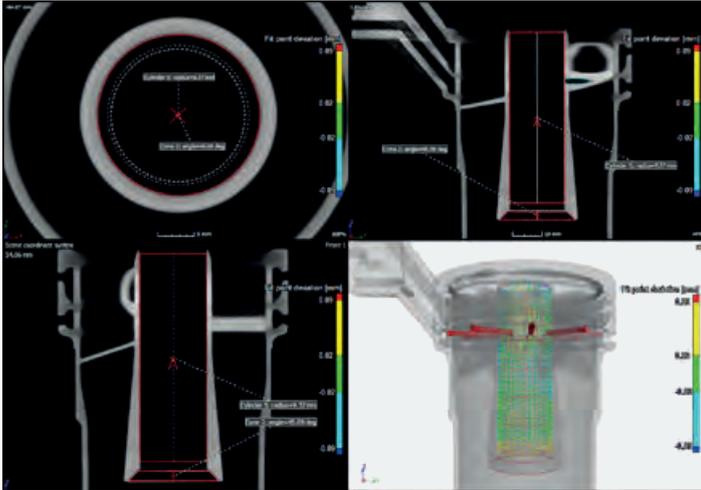
Помимо контроля внутренностей изделия, также необходимо контролировать внешнюю геометрию. Речь идет о линейно-угловых размерах, а также отклонениях формы (цилиндричность, соосность и т. п.).

В первую очередь, на геометрию влияют режимы построения детали, а также само расположение изделия внутри камеры построения 3D-принтера. Если посмотреть дальше, то после выращивания 3D-модели обязательным этапом в аддитивном производстве идет термическая обработка, где можно столкнуться с деформацией геометрии. Поэтому важно не только правильно подобрать температуру и время выдержки на этом этапе, но и заранее внести коррективы в геометрию с учетом ее изменения при последующих операциях. А при моделировании изделия с бионической структурой (рис. 3) важно анализировать толщину стенок этой структуры.

Компьютерная томография позволяет обработать все необходимые режимы на этих этапах, чтобы в итоге получилась модель, отвечающая всем геометрическим параметрам (рис. 4).

## Контроль качества металлопорошковых композиций

Еще одно применение промышленной томографии в аддитивном производстве – контроль сырья, т. е. металлопорошковых композиций. Это, собственно, то самое сырье, микроскопические металлические частицы, из которых и получают готовые изделия. Производство



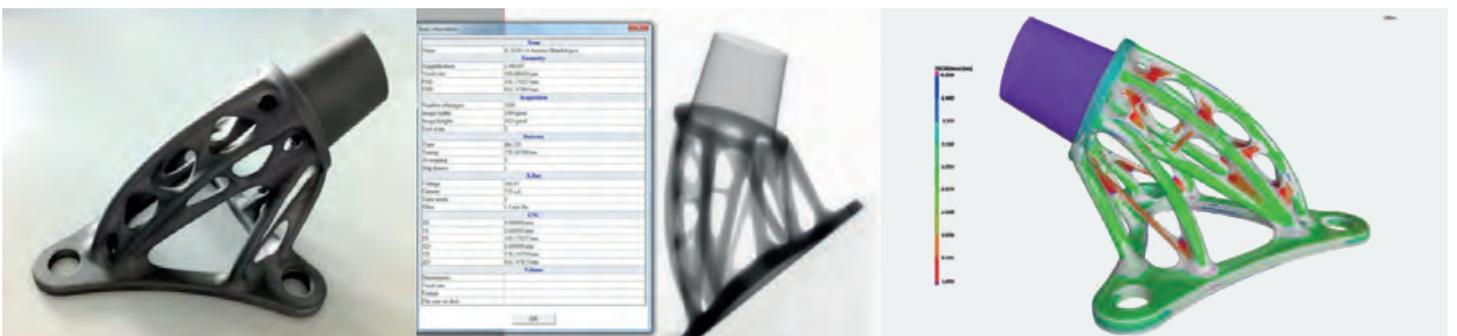
3  
Отображение геометрических примитивов на изделии в 4-х проекциях с картой отклонений

этого порошка – очень непростая задача. Сложность заключается как в получении частиц порошка из цельного металлического слитка, так и в предъявляемых к ним требованиях – морфологии, гранулометрическому составу, химическому составу и т. д.

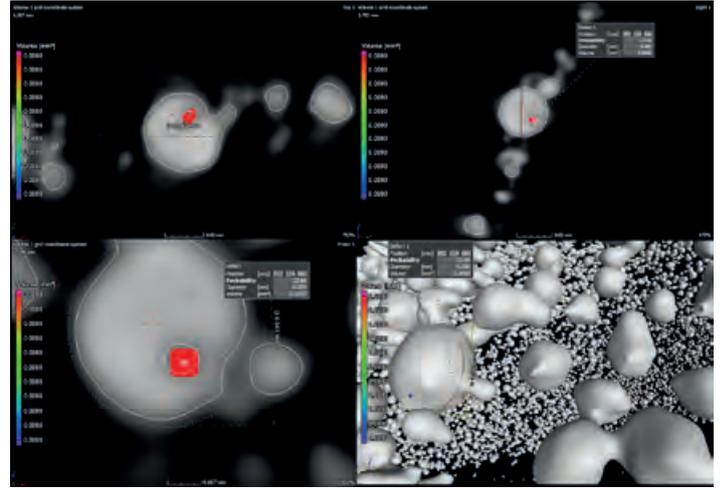
На рис. 5 показано исследование металлического порошка с определением дефектов внутри гранул. Данные пустоты можно задетектировать, рассчитать их объем и линейные размеры. Помимо этого, можно измерить сам размер частиц и понять, попадают ли гранулы под необходимые требования.

Еще одна возможность исследования – определение сферичности всех частиц внутри выбранного диапазона (рис. 6) с графиком распределения, который показывает количество гранул с определенной сферичностью. Это один из тех параметров, который напрямую влияет на качество изготовления конечного изделия и в целом на возможность использования данного сырья в оборудовании.

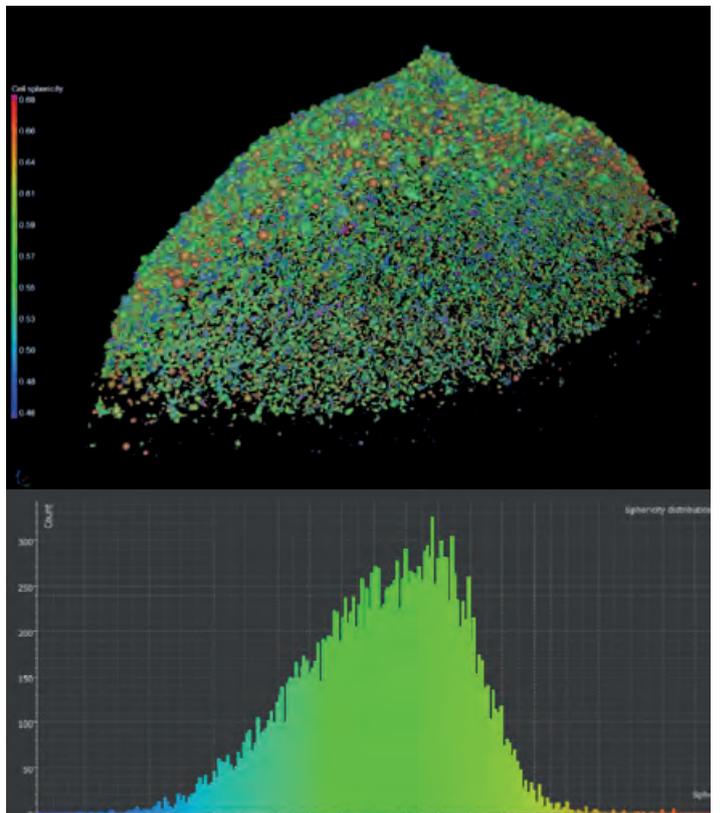
Промышленная компьютерная томография дает возможность решать широкий спектр задач, связанный с контролем качества в аддитивном производстве. Правильно подобранные режимы синтеза, верно спроектированные 3D-модели с учетом всех последующих операций, а также входной контроль сырья позволяют повысить процент годной продукции и, как следствие, снизить издержки на производстве. ▢



4  
Компьютерная томография изделия для анализа пор, пустот, а также расчета толщины стенок



5  
Анализ обнаружения пустот внутри отдельной частицы

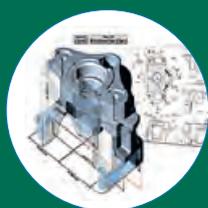


6  
Анализ сферичности и размера частиц с графиком распределения



#### Литье

- Отработка технологии литья
- Поиск и анализ пустот, раковин и включений



#### Механообработка

- Контроль качества геометрии ответственных деталей сложной формы
- Обратное проектирование



#### Электроника

- Контроль печатных плат, компонентов и качества пайки
- Исследование совмещения слоев, дефектов металлизации



#### Материаловедение

- Исследования внутренней структуры материалов
- Расчет физических свойств материалов



#### Исследования

- Полезные ископаемые и геологические образцы
- Принципы работы механизмов
- Криминалистика

## Лаборатория промышленной томографии: экспертный контроль качества и проведение исследований

- Самая крупная в Восточной Европе
- Оснащенная передовым оборудованием

Лаборатория создана на базе Центра технологий контроля (ЦТК), предназначенного для решения широкого спектра производственных и научных задач.



будущее  
создается



Channel Partner  
GE Oil & Gas

www.ostec-ct.ru  
(495) 788 44 41  
info@ostec-ct.ru



# НОВЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИИ ВЫБОРА ДАТЧИКА ВЧ/СВЧ-МОЩНОСТИ



Текст: **Арсений Подолько**



В надежной радиосистеме каждый компонент цепи должен получить на вход сигнал определенного уровня от предыдущего каскада, обработать его и передать в следующий каскад цепи. Если уровень входного сигнала недостаточен, обрабатываемый сигнал теряется на фоне шумов. Если уровень входного сигнала избыточен, это приводит к нелинейным искажениям или разрушению блоков радиосистемы.

Мощность сигнала является ключевым параметром при разработке ВЧ/СВЧ-устройств, особенно когда обозначены жесткие требования к производительности. Существует множество способов измерения мощности сигнала, например, с помощью анализатора спектра и сигналов, анализатора цепей, но самый точный – использование измерителя мощности или датчика мощности. Это объясняется тем, что погрешность измерения такими приборами, как анализатор спектра или цепей, составляет десятые доли дБ, а может и превысить 1 дБ, в то время как погрешность датчиков мощности составляет сотые доли дБ. Датчики мощности – это самое востребованное оборудование для измерения мощности в ВЧ- и СВЧ-измерениях благодаря удобству использования и невысокой стоимости.

Среди производителей такого оборудования одно из инновационных решений было предложено компанией LadyBug Technologies, которая, используя собственные запатентованные технологии, добилась лучшей в классе абсолютной погрешности установки нуля и лидирующих показателей относительной погрешности измерения мощности (номера патентов 7911199; 7830134).

В статье мы рассмотрим технические особенности запатентованной технологии LadyBug, покажем инновационность продукции, проведя расчет суммарной относительной погрешности измерения мощности для датчика LadyBug Technologies, и сопоставим это значение с аналогичными значениями других производителей, а также обобщим преимущества технологии LadyBug Technologies для заказчиков.

## LadyBug Technologies первой в мире разработала USB-датчик импульсной мощности. До этого все импульсные датчики мощности работали только совместно с измерителем мощности.

### Инновационность решения LadyBug Technologies

Представим инновационность решения LadyBug Technologies в цифрах. Возьмем датчик средней мощности OSLB5926A (рис. 1), рассчитаем погрешность измерения мощности на частоте 10 ГГц, уровень сигнала -20 дБм. Данные для расчета полной погрешности представлены в Т 1.

Согласно расчетам суммарная погрешность не превышает 2,1 % при том, что у аналогичных приборов на рынке измерительного оборудования погрешность в данных условиях будет от 3,5 до 5,0 %.

Далее рассмотрим технологии, благодаря которым был достигнут такой результат. Математически низкое значение суммарной погрешности объясняется показателем «дрейф нуля» = 0,35 нВт (у других производителей этот показатель составляет 10-15 нВт). Такая большая разница связана с тем, что компания LadyBug применяет запатентованную технологию «No-Zero No-Call», которая

#### Т 1

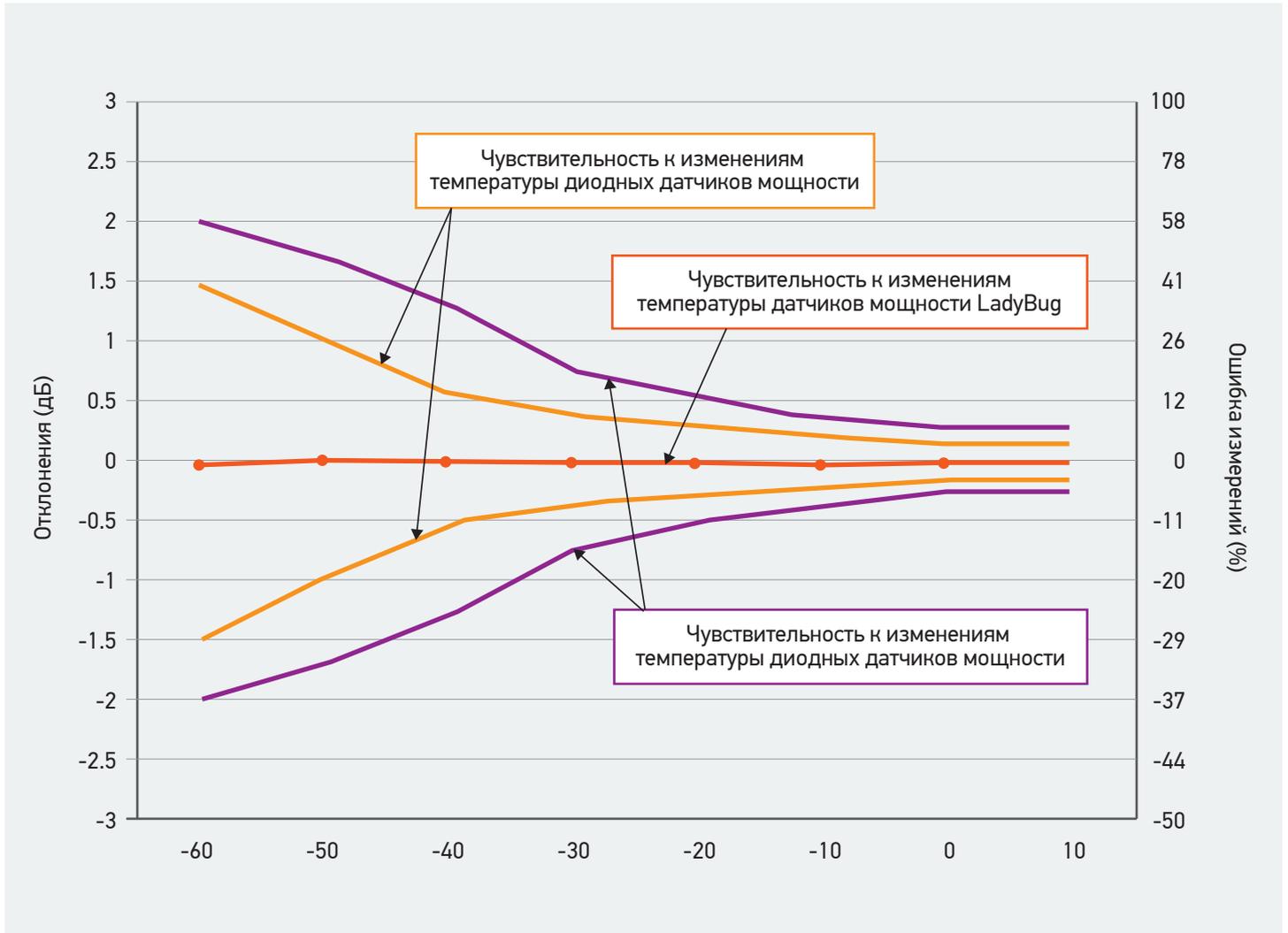
Расчет суммарной абсолютной погрешности измерения мощности датчиком OSLB5918A

УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	
Рабочая частота (ГГц)	10
Измеряемый уровень (дБм)	-20
Согласование на входе тестируемого устройства (DUT)	1,19
Температура (С)	25
ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКА МОЩНОСТИ OSLB5918A	
Cal Factor (CF) – фактор потерь внутри датчика мощности, %	1,35
Linearity (L) – фактор линейности работы одного детектора, %	0,22
Noise (N) – шум, %	0,10
Match (КСВН)	1,20
Zero Offset (Z) – дрейф нуля, нВт	0,35
РАСЧЕТ РАССОГЛАСОВАНИЯ МЕЖДУ ТЕСТИРУЕМЫМ УСТРОЙСТВОМ (DUT) И ДАТЧИКОМ МОЩНОСТИ	
Фактор рассогласования (Mm), %	1,59
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности немодулированных колебаний, %	2,1
$U = \sqrt{Mm^2 + CF^2 + L^2 + N^2 + Z^2}$	



1

Внешний вид датчиков мощности LadyBug Technologies



2

Чувствительность датчика мощности LadyBug к температуре по сравнению с обычными датчиками мощности

Т 2

Методы проведения калибровки уровня 0 дБм

МЕТОД 1: КАЛИБРОВКА ОТ ВНЕШНЕГО БЛОКА, 50 МГц, 0 дБм	МЕТОД: КАЛИБРОВКА ОТ ВНУТРЕННЕГО ОПОРНОГО ГЕНЕРАТОРА, 50 МГц, 0 дБм	ДАТЧИКИ МОЩНОСТИ LADYBUG
<b>Недостатки:</b>	<b>Недостатки:</b>	<b>Иновационность решения:</b>
Калибровка уровня 0 дБм: затраты времени	Калибровка уровня 0 дБм: затраты времени	Калибровка автоматическая, пользователь не участвует
Опорный сигнал 0 дБм, 50 МГц, является источником погрешности	В некоторых моделях пользователь вынужден отключать датчик мощности от измеряемого сигнала на время внутренней калибровки	Не требуется опорный сигнал
Во время проведения калибровки датчик мощности не может измерять сигнал	Внутренний переключатель вносит дополнительные погрешности измерения	Измерения не прерываются на время проведения калибровки
Большие погрешности, если датчик мощности работает с адаптером	Во время внутренней калибровки устройство отражает выходной сигнал, что приводит к паразитным составляющим внутри цепи	Погрешности опорного сигнала исключены
Покупка измерительного блока сильно удорожает решение	Самое дорогое решение	Решение экономичнее, чем аналоги на 40 %

позволяет проводить измерения мощности без калибровки уровня нуля. Дрейфом нуля называется составляющая погрешности, вызванная внешними условиями относительно уровня 0 дБм. Наиболее значительным фактором, оказывающим влияние на значения дрейфа нуля, является температура. Перед каждым измерением необходимо проводить установку уровня 0 дБм.

Калибровка проводится во всем диапазоне рабочих температур. Во время работы для измерения мощности каждого отсчета используется запатентованная технология, которая корректирует значения мощности с учетом изменения температуры, поэтому калибровка датчиков мощности не требуется. На рис. 2 представлен график зависимости чувствительности датчиков мощности к изменению температуры.

Как видно на графике, в отличие от других производителей датчики мощности LadyBug практически не чувствительны к изменению температуры.

Теперь рассмотрим, почему у моделей LadyBug дрейф нуля значительно лучше, чем у моделей других производителей. Помимо запатентованной технологии LadyBug существуют еще два метода калибровки датчика мощности: это метод калибровки нуля от опорного генератора измерителя мощности и метод калибровки нуля от внутреннего опорного генератора.

Сравним и представим методы калибровки нуля и запатентованную технологию LadyBug в одной таблице (1, 2), чтобы наглядно продемонстрировать, какие недостатки удалось ликвидировать, используя технологию LadyBug.

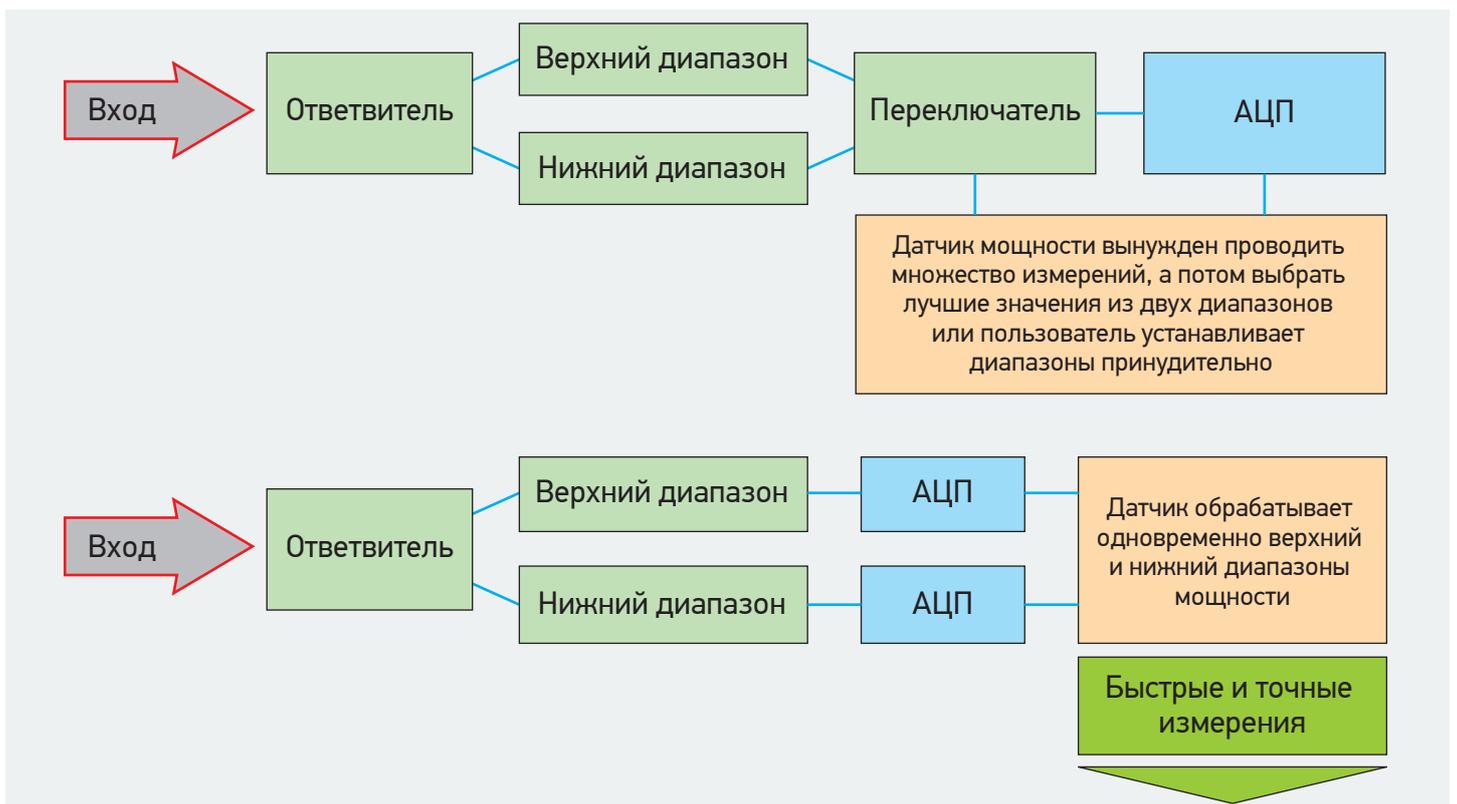
### Высокая скорость считывания отсчетов

Типовым значением скорости измерения является 110 отсчетов в секунду, а датчики мощности LadyBug позволяют проводить измерения до 500 отсчетов в секунду. Секрет производительности прост – датчики мощности LadyBug Technologies используют четыре АЦП, по два на режим высокой мощности и для сигналов низкого уровня. Более того, это позволяет обрабатывать сигнал в широком динамическом диапазоне без потери данных на смену пары диодных детекторов при изменении динамического диапазона. А пользователю не требуется переключать режим работы датчика или устанавливать точку переключения режимов.

Более наглядно сравнение двух методов обработки сигналов представлено на блок-диаграмме (рис. 3).

В обычных датчиках мощности используется видеофильтр и один АЦП, что замедляет измерения и приводит к дополнительным погрешностям. По настоящему точными могут считать только те измерения, которые проведены одновременно во всем динамическом диапазоне.

При расчете суммарной погрешности согласованность системы значительно влияет на результаты измерений. Чем больше рассогласованность системы, тем выше коэффициент отражения от датчика мощности. Если разъемы системы разные, используют адаптеры-переход, что ухудшает погрешность измерения мощности. Заказывая датчик мощности у Остек-Электро, пользователь сам выбирает разъем своего датчика: N-тип,



3  
Функциональная схема обычных датчиков мощности и датчиков мощности LadyBug Technologies

ТЭ

Преимущества использования измерителей мощности LadyBug Technologies

ЗАДАЧА	ПРЕИМУЩЕСТВА LADYBUG
Измерение средней мощности непрерывного или модулированного сигнала	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Суммарная погрешность измерений ниже</li> <li>■ Не требуется проводить калибровку уровня 0 дБм</li> <li>■ Пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера</li> <li>■ Скорость измерения выше более чем в 2 раза</li> <li>■ Есть опция защиты информации</li> <li>■ Цена выгоднее на 30-40 %</li> </ul>
Измерение импульсной и пиковой мощности	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Суммарная погрешность измерений ниже</li> <li>■ Не требуется проводить калибровку уровня 0 дБм</li> <li>■ Независимая обработка сигналов в двух режимах</li> <li>■ Пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера</li> <li>■ Цена выгоднее на 30-40 %</li> <li>■ Есть опция защиты информации</li> <li>■ Бесплатное ПО для обработки импульсных сигналов</li> </ul>
Измерение импульсной и пиковой мощности, измерение импульсной огибающей	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Суммарная погрешность измерений ниже</li> <li>■ Не требуется проводить калибровку уровня 0 дБм</li> <li>■ Независимая обработка сигналов в двух режимах</li> <li>■ Пользователь выбирает свой разъем, исключены погрешности влияния адаптера</li> <li>■ Цена выгоднее на 30-40 %</li> <li>■ Есть опция защиты информации</li> <li>■ Бесплатное ПО для обработки импульсных сигналов</li> </ul>

SMA, 3,5 мм, 2,9 мм, N-тип с удлиненной базой, а затем получает готовую модель с выбранным разъемом и заводской калибровкой, где исключены погрешности влияния адаптера.

### Опция MIL

Опция MIL запрещает запись информации в энергонезависимую память прибора. Поэтому любые пользовательские настройки удаляются, когда датчик мощности будет выключен. Это делает данные датчики безопасными для аэрокосмической промышленности, где требуется соблюдать секретность на производстве и в разработке.

### Преимущества пользователя

Рассмотрев технические решения и основные возможности датчиков мощности LadyBug Technologies, остается сформулировать выгоды и преимущества, которые получает конечный пользователь. Представим эти результаты в виде ТЭ, опираясь на конкретные задачи.

Для измерения мощности ВЧ/СВЧ-сигналов компания LadyBug Technologies предложила действительно новый подход, используя запатентованные технологии, исключая калибровку уровня 0 дБм и значительно снижающие суммарную погрешность измерения мощности. Пользователь может самостоятельно выбрать на датчики коннектор подключения.

На российском рынке компания LadyBug Technologies представляет три вида датчиков мощности:

- диодные датчики средней мощности от 9 кГц до 40 ГГц, динамический диапазон -60 до +20 дБм или -30 до +50 дБм;
- диодные датчики пиковой, импульсной и средней мощности от 10 МГц до 20 ГГц, динамический диапазон -40 дБм до +20 дБм;
- диодные датчики пиковой, импульсной и средней мощности, отображающие огибающую импульса от 10 МГц до 20 ГГц, динамический диапазон -40 дБм до +20 дБм. 

**ООО «Остек-Электро», являясь эксклюзивным дистрибьютором компании LadyBug Technologies на территории Российской Федерации и стран Таможенного союза, проведет для вас демонстрацию оборудования компании и ответит на все возникшие вопросы. Отправить заявку на демонстрацию и получить более подробную информацию можно по электронной почте: [ostelectro@ostec-group.ru](mailto:ostelectro@ostec-group.ru).**



Экономия времени

1. Совещания:  
 2 ч. в нед. x 45 нед. =  
 = 90 часов в год

2. Обход:  
 Помощники-четыре  
 2 ч. в нед. = 90 часов в год

3. Отчеты:  
 1 ч. 20 мин. в нед. =  
 = 30 часов в год

Итого: 90+90+30=  
 = 210 часов в год!

1-й год работы  
 ПАК "СИНТИЗ"

Показатели производства

1. Снижение энергозатрат	4,2%
2. Коэф-т зар. оборудования	53 → 68%
3. Сокр. ТОиР	13%

— Рыбалка с Сергеем ✓  
 — В отпуск с семьей ✓  
 — ЧМ по хоккею ✓  
 — С женой в Париж ✓



Повышение скорости и качества принятия управленческих решений

Сокращение затрат на обслуживание и эксплуатацию парка оборудования

Повышение качества взаимодействия служб предприятия

Повышение эффективности использования оборудования и сокращение срока его окупаемости

Повышение качества и скорости подготовки отчетов

ПАК СИНТИЗ, разработанный специалистами Группы компаний Остек, представляет собой программно-аналитический комплекс, предназначенный для повышения эффективности и сбалансированности работы технологического оборудования и инженерных систем промышленного предприятия.



будущее создается

www.sintiz.ru  
 ООО «Остек-СМТ»  
 energo@ostec-group.ru  
 (495) 788 44 44 (доб. 5500)



# ОПТИМИЗАЦИЯ

## Промышленная революция в России – дан старт!



Текст: **Василий Афанасьев**



Текущая экономическая ситуация заставила многих руководителей предприятий пересмотреть свои планы по переоснащению и по-новому взглянуть на собственные производственные активы. Вместо выбора нового оборудования прорабатываются вопросы о том, каким образом увеличить производительность и надежность существующего. Ставятся задачи повышения его выработки и при этом увеличения срока службы. Причем все это нужно осуществить без остановки производства, при текущих или повышенных объемах выпуска и без значительных затрат на обслуживание и ремонт. Казалось бы, факторы взаимоисключающие, и это невозможно. На самом деле, возможно практически все. Дело лишь в том, какие мысленные барьеры мы себе ставим и как работаем с информацией.

На выставке «ЭлектронТехЭкспо 2017» посетители стенда ГК Остек станут свидетелями революции. Революции не в наиболее распространенном понимании, а новой концепции в организации сборочно-монтажного производства. Решение, которое, мы надеемся, станет импульсом для переосмысления подхода в управлении производством и стимулом для дальнейшего развития предприятий в соответствии с современными тенденциями. Это первое подобное решение у нас в стране в данной отрасли. И это революция.

В России термин «революция» применительно к чему-либо вызывает неоднозначную реакцию иногда с позитивным, но чаще с негативным оттенком. Особенно в нынешнем году, когда исполняется ровно 100 лет со дня Великой Октябрьской социалистической революции: количество спекуляций темой увеличивается, все больше строится мостов, соединяющих прошлое и настоящее, проводятся параллели и ищутся аналогии. СМИ любят жонглировать историческими фактами и нещадно эксплуатировать актуальные в текущий момент темы. У россиянина упоминание слова «революция» вызывает, как правило, вполне определенный набор ассоциаций, особенно в преддверии векового юбилея события, на многие годы определившего вектор развития государства. Поэтому поднимая тему революции, пусть и промышленной, мы оказываемся в таком же положении и не сможем избежать аналогий. Но мы постараемся поразмышлять о будущем, а от собственных оценок исторических событий воздержаться.

Благодаря 3-й промышленной революции, широко распространившейся ИТ-технологии, огромное количество операций на производстве и в быту выполняется значительно быстрее и качественнее. За рекордно короткий по историческим меркам срок компьютеры стали незаменимым помощником человека сначала на работе, а потом и дома.

Не буду далеко ходить за примерами. Вряд ли наш журнал «Вектор высоких технологий» выходил бы с такой же регулярностью как сегодня, если бы каждая статья печаталась автором на машинке, набиралась вручную в типографии, а чтобы подобрать качественные изображения, нужно было бы хорошенько покопаться в архивах или фотографировать самостоятельно с последующими операциями проявления и печати снимков. Сейчас за компьютером работать легко и приятно, а чтобы найти необходимую информацию, совсем не обязательно ехать в библиотеку.

- Достаточно просто выйти в интернет за нужными фактами.
- Фотографию можно найти в локальной сети или скачать.
- Готовую статью можно отправить на верстку по электронной почте.

Пишу очевидные вещи? Но все познается в сравнении. Я прошу тех читателей, кто в сознательном возрасте застали хотя бы 80-е годы прошлого столе-

тия, мысленно вернуться в них и представить все это применительно к тому времени. Лично у меня дух захватывает от тех возможностей, которые мы имеем сейчас. Мы даже о них не задумываемся, настолько естественно и органично высокие технологии встраиваются в нашу жизнь. Как ни парадоксально, сейчас все стало настолько просто, что иногда даже лень что-то делать. Сегодня уже совершенно не обязательно набивать текст на клавиатуре, можно его просто проговоривать. А еще лет через 10, я полагаю, статья будет складываться на экране в слова за счет считывания нейронных импульсов или, возможно, думать и во все не придется – достаточно будет лишь задать тему для статьи своему помощнику, наделенному искусственным интеллектом. Хорошо это или плохо – тема для отдельного разговора, но факт остается фактом. Развитие технологий идет бешеными темпами, общество становится все более «цифровым» абсолютно во всех сферах своей деятельности, включая производство. Хотим мы этого или нет, но с этим приходится соглашаться. Даже дауншифтерам, многие из которых, к слову, вряд ли избрали бы для себя такой путь в жизни, не будь у них под рукой ноутбука с выходом в интернет, сотовой связи и банковской карты.

### Что такое революция и по какой причине она возникает?

Как вы понимаете, найти определение слова «революция» в интернете мне не составило труда. Гораздо занятнее проследить, как менялось это определение в зависимости от эпохи.

Словарь **В.И. Даля** (1863 год): *Революция. Внезапная перемена состоянья, порядка, отношений; смута или тревога, беспокойство. <...> Смуты государственные, восстание, возмущенье, мятеж, крамолы и насильственный переворот гражданского быта. <...> Революционер, смутчик, возмутитель, крамольник, мятежник.* Владимир Иванович проделал колоссальный труд длительностью в 53 года по составлению толкового словаря и как человек монархических взглядов определил революцию как событие, несущее тревогу и подрыв устоявшихся норм.

Не менее любопытное определение приводит в своем толковом словаре **Д.Н. Ушаков** (1935-1940): *Революция. Переворот в общественно-политических отношениях, совершаемый насильственным путем и приводящий к переходу государственной власти от господствующего класса к другому, общественно-передовому классу.*

Чуть мягче и шире в определении был последователь и ученик Дмитрия Николаевича **С.И. Ожегов** в своем одноименном словаре русского языка (1949): *Революция. Коренной переворот в жизни общества, который приводит к ликвидации предшествующего общественного и политического строя и установлению новой власти.* То есть переворот, не обязательно приводящий к власти именно общественно-передовой класс и осуществляемый отнюдь

не насильственным путем.

Третье издание **Большой Советской Энциклопедии, БСЭ** (1969-1978) уже смотрит на революцию значительно шире, давая определение не только смене правящего режима, но и распространяя термин в другие сферы деятельности общества. Здесь мы уже встречаем упоминание «промышленной революции»: *Революция I. Глубокое качественное изменение в развитии каких-либо явлений природы, общества или познания (например, геологическая Р., промышленная революция, Научно-техническая революция, Культурная революция, Р. в физике, Р. в философии и т.д.). Наиболее широко понятие Р. применяется для характеристики общественного развития (см. Революция социальная). Революция II. Социальная, способ перехода от исторически изжившей себя общественно-экономической формации к более прогрессивной, коренной качественной переворот во всей социально-экономической структуре общества.*

Ну, и наконец, **Википедия** дает наиболее лаконичное, но вместе с тем наименее конкретное определение: *Революция (от позднелат. *revolutio* — поворот, переворот, превращение, обращение) – радикальное, коренное, глубокое, качественное изменение, скачок в развитии общества, природы или познания, сопряженное с открытым разрывом с предыдущим состоянием. Революция – коренное преобразование в какой-либо области человеческой деятельности.*

Очевидно, что ранние версии словарей находились под влиянием предшествующих им Великой Французской и Великой Октябрьской революций, а БСЭ создавалась группой маститых ученых, базируясь на открытиях в области физики, химии и биологии, сделанных в 50-х и 60-х годах прошлого столетия, отсюда и разница в определениях. И совершенно естественно, что сегодня революция это не вооруженное восстание и свержение правящей элиты, а любое, но коренное и существенное изменение в каком-либо виде человеческой деятельности.

Возникают же изменения по трем причинам:

- Продолжительная стагнация, длительное отсутствие перемен, ухудшающееся состояние экономики, социальное неравенство, конфликты интересов.
- Появление изобретений и технологий, оказывающих существенное влияние на определенные сферы общественной деятельности.
- Перемена окружающей среды, взаимодействующей с объектом или изменение характера воздействия этой среды на объект.

Другими словами, революция возникает при застойном состоянии, деградации и отсутствии перспектив улучшения или некоем внешнем возмущении. Но она не произойдет сама по себе. Для совершения перемен необходимы два условия:

- катализатор – ярко выраженный лидер в первом случае, эволюционный или технологический «прорыв» во втором или третьем;

- **осознание проблемы.** То есть четкое понимание того, что идет не так как нужно, и как это можно улучшить.

Благодаря последнему условию революция сегодня не воспринимается как разрушающая стихия. В первую очередь, **революция – это созидание.** Причем не на обломках старого мира, разрушенного «до основанья», а путем его эволюционирования.

#### 4-я промышленная революция или «Индустрия 4.0»

История выделяет три переломных момента или три промышленных революции, оказавших существенное влияние на рост промышленности и повышение эффективности труда:

- механизация, изобретение парового двигателя и прядильных машин;
- освоение поточного производства и применение электричества;
- использование информационных технологий.



1 Поточное производство на ткацкой фабрике 1912 г. Массачусетс, США

По мнению ряда экспертов, в данный момент мы уже переживаем 4-ю промышленную революцию. Она характеризуется автоматизацией технологических операций, взаимодействием различных элементов производства посредством киберфизических систем, децентрализацией принятия решений, вертикальной и горизонтальной информационной интеграцией.

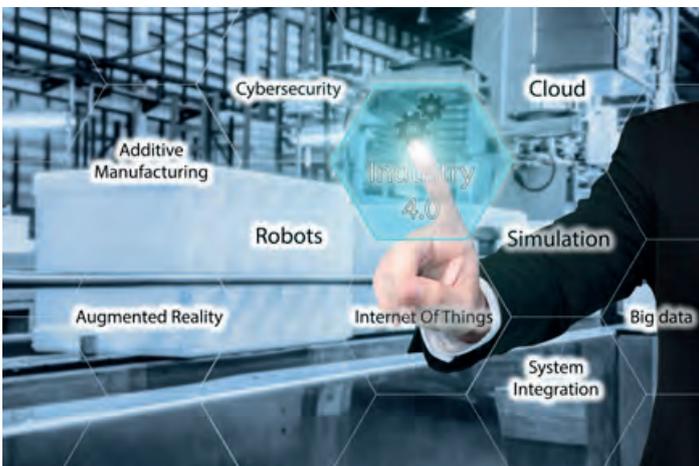
Предпосылками подобных заявлений послужил экспоненциальный рост технического прогресса и изменение поведения потребителей, которое стало причиной пересмотра парадигмы производства. Да-да! Мы с вами, как потребители, стали более капризны, избирательны, нетерпеливы и избалованы. Конкуренция дала нам возможность выбирать среди множества товаров на рынке именно тот, который сделают быстрее, качественнее, лучше и с учетом наших личных пожеланий. Эпоха массового потребления уже прошла – сейчас на первом месте индиви-

дуальные требования заказчика. Кто сможет произвести быстро и дешево, перестроить производство в кратчайший срок в связи с изменившимися вдруг пожеланиями клиента или конъюнктурой рынка, тот и выиграет.

Снижение издержек не в ущерб качеству, переналадка производства за короткое время, увеличение эффективности оборудования, оперативная обработка данных, в результате – быстрое и качественное принятие стратегических и управленческих решений – сегодня особенно важны для победы в острой конкурентной борьбе. Следовательно, на первый план выходит достоверная, полная и оптимальным образом интерпретированная информация: о доходах и расходах, текущем состоянии производства, состоянии складских запасов, оборудовании, инженерных системах, персонале, подрядчиках и субподрядчиках, рынке, в конце концов.

Многие из читателей изучали экономику и помнят четыре фактора производства: земля, труд, капитал и предпринимательская способность. Для меня оказалось сюрпризом, что факторов производства отныне не четыре, а пять. Угадайте, какой пятый?<sup>1</sup>

Как следствие, системы сбора и обработки информации, ERP, MES, PLM и другие стали своего рода флагманами, возглавляющими эскадру «Индустрии 4.0».



2

Составные элементы четвертой промышленной революции

Именно производители программного обеспечения для управления предприятием/производством первыми объявили о своей готовности к «Индустрии 4.0».

Таким образом, отечественные предприятия, внедряющие у себя подобные системы (а таких с каждым годом становится все больше), сами того не подозревая, оказались «втянутыми» в 4-ю промышленную революцию.

Эффективность использования различных информационных систем на производстве не нуждается в доказательствах. Преимущества и выгоды очевидны и подтверждены временем.

«Индустрия 4.0» – это не только АСУП или АСУТП. В формировании новой производственной философии равноправное участие принимают, например:

- системы аналитики и обработки больших массивов данных (Big Data);
- автономные роботы и дроны;
- промышленный интернет вещей;
- кибербезопасность;
- облачные хранилища;
- дополненная реальность;
- симуляция технологических процессов и прогнозирование;
- аддитивные технологии и т. д.

Многое из перечисленного давно перестало быть новинкой. Большинство программных продуктов для управления предприятием уже на протяжении нескольких лет предлагают облачное хранение данных, а аддитивные технологии все чаще можно встретить в том числе и на отечественных производствах. Предполагается, что колоссальные возможности и преимущества 3D-печати в обозримом будущем вытеснят большинство операций по механообработке, литью и штамповке.

Характерная особенность «Индустрии 4.0» заключается в количестве различных инноваций, одновременная интеграция которых в любое действующее производство практически невозможна. Поэтому в отличие от других революций нынешний промышленный переворот будет проходить плавнее и в течение длительного времени.

## Ограничения существующих программных продуктов

Существуют различные виды построения иерархий информационных систем. Наиболее распространенная – в виде пирамиды, где в основании находится АСУТП, а на вершине BPM или OLAP. Мне кажется, что удобнее выглядит другая схема, показывающая последовательность использования программных продуктов на протяжении жизненного цикла производства изделия: от его проектирования до реализации (рис. 3).

В весьма упрощенном виде схема будет выглядеть следующим образом: САПР – АСУП – MES – АСУТП – CRM. На протяжении всего времени нахождения на предприятии изделие «контролируется» соответствующей информационной системой или программным продуктом. Шаг за шагом осуществляется переход от одной системы к другой вплоть до реализации. При должном внедрении, отладке и эксплуатации данных

<sup>1</sup> Согласно данным Википедии – это «Информация». К сожалению, автор не успел проверить источники, на которые ссылается онлайн-энциклопедия, но то, что информация отныне является фактором производства, не подвергается сомнению.

решений механизм работает как часы, но, конечно, сбои все-таки бывают.

Какого рода нюансы, влияющие на эффективность информационной системы, могут возникать в работе?

Наиболее распространенные из них:

**Неприятие сотрудниками.** Сегодня все реже, но все-таки встречается саботирование внедряемых ИТ-решений, особенно со стороны специалистов со стажем.

**Чрезмерное количество информации.**

Информационная система может вырабатывать такой поток информации, что разобраться в нем под силу только обученному специалисту.

**Искажение информации на «стыках» между информационными системами.** Всегда присутствуют риски, что при переносе данных из одной системы в другую часть из них может быть искажена, утрачена или неверно интерпретирована.

**Фиксация событий «постфактум».** К сожалению большинство информационных систем лишено возможности прогнозирования и предотвращения сбоев в работе и отображает события уже после того, как они произошли.

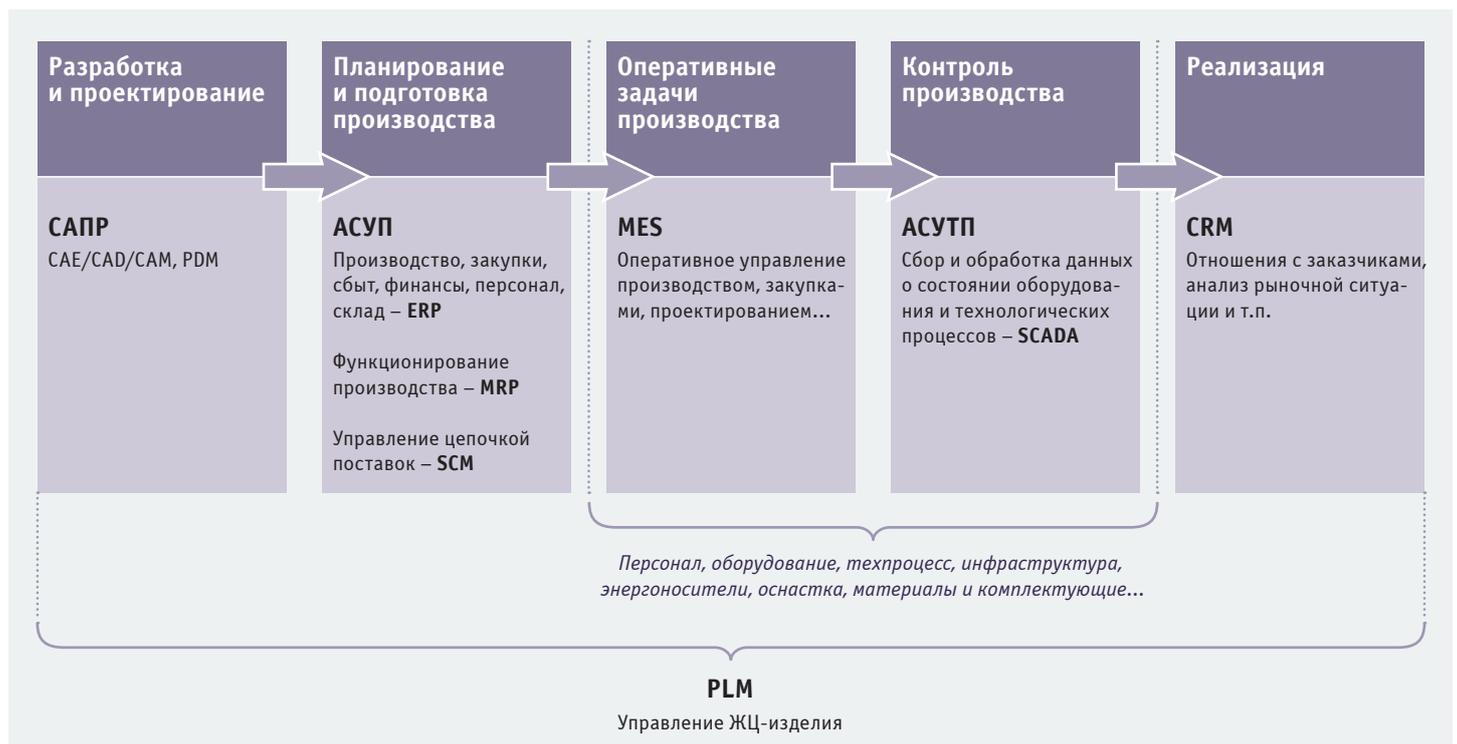
**Долгое время и высокая стоимость внедрения.**

Зачастую внедрение информационной системы растягивается на несколько месяцев, а то и лет. Все это время предприятие находится в некоем переходном состоянии, в ходе которого часть сотрудников задействована в тестировании и отладке. Это может прямым образом сказаться на функционировании предприятия и снижении прибыли. Не говоря уже о том, что к немалой стоимости самого продукта прибавляется стоимость его адаптации к конкретной организации.

**Невозможность учета факторов, прямо или косвенно влияющих на эффективность работы.** К сожалению, далеко не все, что способствует нашей эффективной работе, находит отражение или контролируется информационными системами. Не будем рассматривать все предприятие в целом. Это сложно и долго. Нам нужен лишь небольшой сегмент, связанный именно с производством, а именно в области, «подконтрольной» MES и АСУТП. На этой стадии как раз и возникает наибольшее количество потенциальных угроз для срыва заказа, в частности:

- оборудование. Его исправность, степень изношенности, бесперебойность работы, скорость переналадки, соответствие заявленным характеристикам;
- персонал. Его наличие, квалификация, опыт;
- технологический процесс.
- качество выпускаемых изделий. Выход годных.

Если хотя бы в одном из перечисленных факторов возникает угроза, например, невыход ведущих специалистов на работу, поломка оборудования, «плавающий» технологический дефект или откровенный брак, ответственный руководитель должен получить информацию об этом как можно раньше, чтобы быстро принять корректирующие действия. Идеальным решением было бы внедрение превентивных мер, для чего руководителю необходимо постоянно находиться в курсе всего, что происходит на производстве. Если используются ИТ-системы, то они являются безусловным подспорьем. Но как было отмечено, наиболее критичные факторы учитываются этими системами редко либо постфактум,



а объем информации может оказаться таков, что руководитель потратит больше времени на поиск нужных ему данных, чем на устранение угроз. Поэтому неизменными уже многие десятилетия остаются два способа: регулярный обход производства и совещания. Они тоже далеко не идеальны. Во-первых, это серьезные временные затраты, а во-вторых, не все то, что показывают руководителю, есть правда. Но чтобы постоянно держать руку на пульсе, а производство в тонусе, лучше ничего не было придумано.

До недавнего времени. Пока не появилась «Умная линия».

### «Умная линия»

Программно-аппаратный комплекс «Умная линия» – это инновационное решение для сборочно-монтажного производства. Его суть в наглядной визуализации работы оборудования, своевременном информировании ответственного персонала об отклонениях, обработке и анализе данных для повышения общей эффективности оборудования. При разработке «Умной линии» стояла задача исключить свойственные информационным системам на производстве ограничения. Комплекс прост и удобен в работе и освоении, предоставляет ответственному персоналу только нужные данные для оперативного принятия решений, практически не требует ресурсов для внедрения, не только фиксирует произошедшие события, но и строит тренды на основе имеющихся данных. Факторы, неучтенные другими ИТ-системами, «Умная линия» использует для работы как основные.

«Умная линия» состоит из трех связанных между собой элементов:

- непосредственно сборочно-монтажного оборудования;
- аналитической системы;
- интерфейса или информационной инфраструктуры.

В процессе эксплуатации данные, получаемые с оборудования, структурируются и поступают в аналитическую систему «Умной линии» для обработки и анализа. С помощью информационной инфраструктуры осуществляется взаимодействие пользователей с экспертной системой. Уровни пользователей настраиваются в зависимости от конкретных требований. Это может быть руководитель предприятия: получение сводной и объективной информации о состоянии производственного процесса; начальник производства: подробная детализация положения дел на участке; оператор: конкретная информация, необходимая для успешного выполнения работы. Отдельно реализован колоссальный функционал для технологов, включающий обширную базу знаний, оценку технологических дефектов, выявление причин их возникновения и выработку рекомендаций по их устранению.

В совокупности, глобальная задача «Умной линии» – повышение общей эффективности оборудования ОЕЕ наряду со снижением общей стоимости владения.

Другая немаловажная задача – максимальная реализация потенциала оборудования. Ведь фактически в большинстве случаев функциональные возможности сборочно-монтажного оборудования используются всего на 25-30 % – подготовка программы и ее выполнение. Но любой современный станок вырабатывает огромное количество информации, которую можно использовать с пользой, но чаще всего эта информация остается невостребованной. Причины могут быть в том, что доступ к такой информации не всегда удобен, либо она трудно интерпретируема, либо попросту на предприятии не знают, что такая информация есть, либо другое – это совершенно не важно. Важно, что этот функционал не используется, хотя заложен в оборудование. И знаете, что? Вы за него уже заплатили!

Позволю себе отступление. Когда я размышлял о наиболее простом способе донести возможности «Умной линии» до читателей, мне пришла аналогия со смартфоном, да простят меня читатели за такое сравнение. Когда в 2007 году Стив Джобс провел презентацию iPhone, он произвел самую настоящую революцию на рынке смартфонов. С того момента распространение по миру этой модели и аналогичных ей пошло с невиданной скоростью. А если разобраться, что произошло? Чем привлек iPhone потребителя, кроме бесспорной харизмы своего создателя? И почему до сих пор предпочтение отдается емкостным мультитач-экранам, а не старой доброй QWERTY-клавиатуре?

Если сравнить функциональные возможности любого из флагманских смартфонов предыдущего поколения и только что появившегося iPhone, то они будут практически одинаковы. Звонки, СМС, игры, калькулятор, фотоаппарат, навигатор, браузер, электронная почта, органайзер есть и там, и там. Более того, у iPhone не было возможности отправки MMS и передачи файлов по Bluetooth! Так в чем же причина?

А дело в том, что помимо оригинального дизайна, новизны, престижа и внешней привлекательности, что, кстати, немаловажно, iPhone предлагал доселе невиданный, чрезвычайно удобный доступ к своим функциям. Вспомните, как на кнопочном смартфоне нужно было набирать текст, нажимая одну клавишу несколько раз, пока не появится нужная буква. Даже QWERTY-клавиатура была в этом отношении неудобна из-за относительно небольшого размера клавиш. Те, кто пользовался кнопочным смартфоном в качестве навигатора, вспомнят «удобство» построения маршрута на маленьком дисплее. Или качество фотографий. Или работу в интернете. Список можно продолжать. А сегодня это не просто звонки или фотографии, но и редакторы, многофункциональные органайзеры, полноценный серфинг в интернете, навигаторы на любой вкус, а также

масса других, активно используемых приложений, без которых мы зачастую уже не представляем себе современный телефон. Факт в том, что при мощном функционале кнопочные смартфоны использовались всего на 10-15 %. Ввиду неудобства в работе либо незнания функционала большинство таких устройств использовалось как простая «звонилка». iPhone же повысил свой «коэффициент загрузки», открыв удобный доступ к возможностям аппарата.

Также и с оборудованием. Функционал есть, но он используется неэффективно или не используется вовсе.

Комплекс «Умная линия» поможет выжать из оборудования максимум того, что это оборудование должно вам давать.

На этом пока все. Попытаюсь сохранить интригу и не буду раскрывать все карты сейчас. Предлагаю читателям лично познакомиться с программно-аппаратным комплексом «Умная линия» на выставке



Стив Джобс

ЭлектронТехЭкспо либо прочитать о нем подробнее в следующем номере журнала. Поверьте, оно того стоит! Первая «закрытая» презентация программно-аппаратного комплекса «Умная линия» состоялась в конце прошлого года. Отзывы, которые мы получили, превзошли наши самые смелые ожидания и подтвердили актуальность данного решения для отечественных производств.

В связи с растущей глобализацией (интересно, нет ли здесь тавтологии), штурме отечественными предприятиями мировых рынков и активными коммуникациями с зарубежными партнерами несмотря на санкции невозможно оставаться таким «островком невезения». Если мы хотим, чтобы нас понимали, с нами считались и видели в нас конкурентов – нам необходима революция. Не разрушающая, а создающая, которая начинается, в первую очередь, с нас самих. 

---

**«Умная линия» – это революция. Пусть пока небольшая, в рамках сборочно-монтажного производства, но ведь как известно – из искры возгорится пламя.**

— ВПЕРВЫЕ —

**25**  
апреля

Революционное решение  
для сборочно-монтажного  
производства!

НА ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО



**Умная линия!  
Приходите, чтобы увидеть!**



будущее  
создается

25–27 апреля, «ЭлектронТехЭкспо 2017»  
МВЦ «Крокус Экспо», Москва,  
павильон 1, зал 4, стенд В101

## ТЕХПОДДЕРЖКА

# ESD — мифы и реальность



Текст: Николай Малиновский



Поводом для написания этого материала стал анализ часто задаваемых вопросов и выявленных несоответствий при проведении аудитов предприятий за последние 10 лет. Статья рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся способами и средствами защиты от воздействий электростатических разрядов — Electrostatic discharge (ESD).

Применяя простые и доступные понятия, обратим внимание на некоторые заблуждения, а также практические рекомендации в области применения средств защиты от электростатических явлений, не вдаваясь в глубину физических явлений. Описание этих явлений есть в огромном количестве статей, учебников, в отчетах по исследованиям и других источниках.

ESD (электростатический разряд) существует на протяжении всей жизни Вселенной и планеты Земля. И этому разряду совершенно безразличен уровень наших познаний о нем – он просто воздействует на нас, на окружающие предметы, окружающую среду, приборы, машины и т. д. Еще наши далекие предки, сталкиваясь с катастрофическими последствиями воздействия ESD – с молниями, пытались найти способы защиты от них, не понимая сути явления. По мере развития цивилизации и особенно технического прогресса необходимость в защите от ESD становилась все более актуальной. Один из характерных примеров из прошлого, где требовалось принять серьезные меры по защите от воздействия ESD – производство пороха в больших объемах. Отсутствие знаний в области электростатических явлений приводило к катастрофическим последствиям. При перемещении больших объемов пороха накапливались огромные электростатические заряды, разряд которых рано или поздно приводил к детонации. Процесс изучения электростатических явлений и разработка средств и мероприятий по защите от их воздействия продолжают непрерывно, причем практически во всех областях деятельности человечества.

Два слова о некоторых заблуждениях в терминологии. Часто можно услышать в разговорной речи специалистов разного уровня или обнаружить в статьях, каталогах и других публикациях некорректные, чисто сленговые выражения типа: ESD-стандарты; ESD-зона; ESD-исполнение; ESD-упаковка; ESD-коврик и т. п. История массового применения этих сленгов в среде специалистов, работающих в области радиоэлектроники, уходит в 90-е годы прошлого столетия. Тогда коммерческие компании начали выводить на отечественный рынок современное оборудование, технологии, компоненты и, в том числе, всевозможные средства, приборы и материалы для организации рабочих зон, обеспечивающие защиту от электростатических разрядов – Electrostatic Protected Area (EPA).

Непрофессиональные переводы, невысокая техническая компетенция коммерсантов, плохое знание английского языка в сочетании с легко произносимым буквосочетанием «ESD» и породили сленговые выражения. В свою очередь, у определенного контингента возникла ассоциация, что ESD сокращенно означает антистатическую защиту.

Свою «лепту» внесла табличка (рис. 1), обозначающая локальную зону, защищенную от воздействия ESD (электростатических разрядов). Если не знать точно, что она обозначает, а только услышать, что это обозначение антистатической зоны, можно предположить, что ESD – это и есть английская аббревиатура антистатической зоны. Так электростатический разряд (ESD) превратился в антистатическую защиту (или еще в один сленг – антистатика).

Для внесения ясности в использование английской терминологии следует запомнить переводы наиболее часто встречающихся терминов:

- Electrostatic discharge (ESD) – электростатический разряд;
- Electrostatic Protected Area (EPA) – зона, защищенная от электростатического разряда;
- ESD-protected work area – рабочая зона, защищенная от электростатического разряда.

Примеры предупреждающих табличек, обозначающих границы зон, в которых приняты меры по защите от электростатических разрядов, приведены на рис. 2.

В 2009 г. был утвержден ГОСТ Р 5373.5.1-2009 (МЭК61340-5-1:2007) «Защита электронных устройств от электростатических явлений».

В стандарте предлагаются варианты сокращений терминов:

- ЭСР – электростатический разряд;
- УЗЭ – участок, защищенный от электростатического разряда;
- ЭСР-координатор – лицо, отвечающее за все аспекты защиты от ЭСР;
- ЭСР-защита – защита от электростатического разряда;
- и т. д.

Несмотря на то, что вышеуказанный ГОСТ действует уже 7 лет, предложенные в нем сокращения редко применяются при написании статей и, тем более, не употребляются в разговорной речи.



1

Обозначение локальной зоны, защищенной от воздействия ESD (электростатических разрядов)



2

Предупреждающие таблички, обозначающие границы зон, защищенные от электростатических разрядов

Существует множество заблуждений по поводу применения средств защиты от электростатических разрядов, вплоть до приписывания им свойств, которые они обеспечить не могут. Например, у заказчика задача – сортировать товар (не подверженный повреждениям электростатическими разрядами), упакованный в обычную полиэтиленовую пленку. Соответственно, перемещение больших объемов полиэтиленовой пленки способствует непрерывному образованию электростатических зарядов, величина которых может достигать сотен киловольт. Приближаясь на расстояние пробоя к предмету, имеющему такой заряд, человек каждый раз подвергается кратковременному, но весьма неприятному воздействию электрического тока, вызванного ЭСР. Это, естественно, создает очень дискомфортные условия работы. Заказчик полагает, что если он оснастит рабочие места антистатическими средствами – проблема решится. Однако это не так. В данной ситуации обычные антистатические средства (антистатические столы, коврики, браслеты, полы и т. д.) практически бесполезны. Если нет возможности применить полиэтилен с токопроводящими свойствами, то единственное, что можно предпринять для снижения напряжения разряда (менее чувствительного для человека), это обеспечить в помещении влажность не ниже 80 %.

В стандартах, описывающих рекомендации по созданию зон, защищенных от воздействия электростатических разрядов, указывается, что в этих зонах не рекомендуется наличие диэлектриков. Если диэлектрики необходимы для выполнения технологических операций, следует принять дополнительные меры для уменьшения уровня заряда, образующегося на диэлектрике. Под диэлектриком в данном случае подразумеваются материалы с поверхностным сопротивлением свыше 100 Гом. Какие-либо попытки снять заряд с данных диэлектриков контактным способом результатов не дают. Единственный способ, позволяющий снизить величину заряда диэлектрика – это обеспечить ионизацию воздуха вокруг диэлектрика, т. е. обеспечить проводящую среду для непрерывного стекания постоянно образующегося заряда.

Сегодня многие заказчики наслышаны о необходимости оснащения современных производственных участков предприятий радиоэлектроники средствами антистатической защиты. Однако немногие задумываются, для чего это требуется и как правильно организовать комплекс мероприятий, действительно обеспечивающих функционирование зон, защищенных от воздействия электростатических разрядов.

Правильно организованная производственная зона, защищенная от воздействия ЭСР – это зона с предсказуемыми и контролируемыми параметрами, что позволяет точно прогнозировать уровень допустимых дефектов и избегать возникновения непредсказуемых производственных дефектов. В таких помещениях значительно проще поддерживать чистоту, т. к. имеющиеся в воздушной сре-

де частицы не притягиваются антистатическими поверхностями, а удаляются вытяжными системами, что является дополнительным, но немаловажным преимуществом.

Иногда руководство предприятия считает, что на производственных участках реализованы зоны антистатической защиты только потому, что они приобрели антистатическую мебель, укомплектовали рабочие места антистатическими аксессуарами и постелили на пол антистатический линолеум. Да, действительно, все эти предметы потребуются для оснащения антистатической зоны, однако для того, чтобы они выполняли возложенную на них функцию, их надо правильно подключить, правильно эксплуатировать и постоянно контролировать параметры. Стандарты предполагают наличие в штате предприятия ЭСР-координатора с необходимой компетентностью, обеспечивающего соблюдение требований стандартов по защите от электростатических явлений. Именно он должен разработать комплекс необходимых мероприятий с учетом специфики конкретного производства, который должен предусматривать соблюдение требований стандартов: проведение и регистрацию соответствующих постоянных и периодических измерений для подтверждения параметров зон антистатической защиты, обучение персонала на регулярной основе.

Остановимся на ошибках и заблуждениях, наиболее часто встречающихся при проектировании и организации зон, защищенных от ЭСР.

Основной объект, на котором постоянно образуется статический заряд, но который должен присутствовать на производственных участках, защищенных от воздействия ЭСР, – это человек. Поэтому большая часть мероприятий, антистатических материалов и аксессуаров предназначены для обеспечения непрерывного стекания постоянно образующегося на производственном персонале электростатического заряда. Цель – не допустить накопления величины заряда выше допустимой и тем самым избежать возникновения ЭСР.

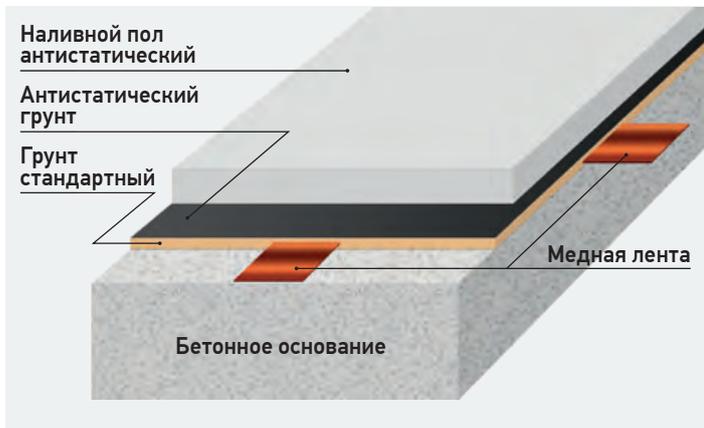
Выделяя производственный персонал, как основной объект для снятия статического заряда, предполагается, что об антистатических свойствах других предметов, которые попадают на УЗЭ, уже позаботились, например, производители электронных компонентов упаковали их в специальную антистатическую тару и т. п.

При проектировании производственных помещений, защищенных от воздействия ЭСР, следует исходить из того, что в них не должны присутствовать диэлектрики. Это означает, что материалы, применяемые для облицовочных работ стен и потолка, должны обладать антистатическими свойствами или, как минимум, не должны способствовать образованию статических зарядов. Отдельное внимание следует уделить устройству пола. Распространено заблуждение, что достаточно постелить линолеум, обладающий антистатическими свойствами или сделать наливной пол материалом с антистатическими свойствами, и защита обеспечена. В действительности для обеспечения требуемых пара-

метров антистатического пола этого недостаточно.

На рис. 3 показан пример требуемой конструкции антистатического пола. На грунтованное бетонное основание необходимо закрепить медную сетку, которая формируется лентами из медной фольги с шагом 1 м по всей площади помещения. От медной сетки по периметру помещения следует предусмотреть отводы, чтобы потом их подключить к установленным на стенах специальным колодкам, предназначенным для подключения антистатических средств. Отдельно следует предусмотреть отвод для подключения медной сетки к шине заземления в силовом щите. И только после этого на токопроводящий клей можно уложить финишное покрытие в виде антистатических линолеума, плитки или организовать наливной пол.

Наличие медной сетки под антистатическим покры-



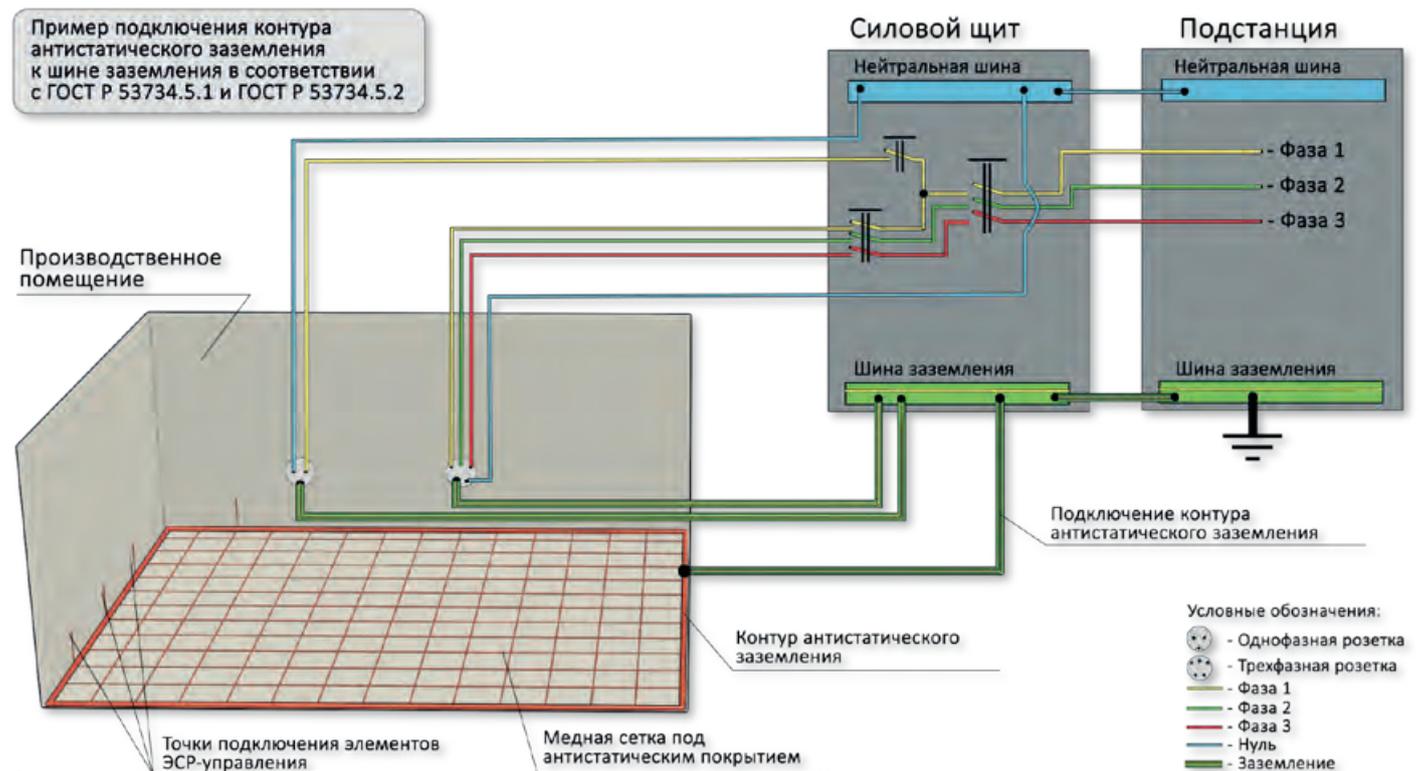
3 Пример конструкции антистатического пола

тием обязательно. Именно она обеспечивает требуемое распределенное поверхностное сопротивление пола (в допустимых пределах) по всей поверхности, а также достаточную повторяемость величины сопротивления, измеренного в любой точке поверхности относительно заземления, что обеспечивает одинаковые параметры пола в любой точке.

После изготовления антистатических полов в обязательном порядке следует выполнить процедуру приемосдаточных измерений, чтобы убедиться, что полученный результат соответствует требованиям. Средства и методики измерений изложены в ГОСТ Р 53734.4.1-2010 «Электрическое сопротивление напольных покрытий и установленных полов».

Отдельное внимание следует уделить поиску решений, которые обеспечат выполнение требований стандартов, касающихся защиты электронных устройств от электростатических явлений в сочетании с требованиями стандартов по обеспечению электробезопасности. В некоторых случаях дополнительно приходится учитывать требования технологических процессов.

Один из часто задаваемых вопросов при создании зоны, защищенной от ЭСР: «Как правильно организовать контуры заземления для подключения антистатических средств и контуры заземления, предназначенные для обеспечения электробезопасности, и где они должны соединяться?» На рис. 4 приведена условная схема подключения.



4 Условная схема подключения антистатических средств и контуров заземления

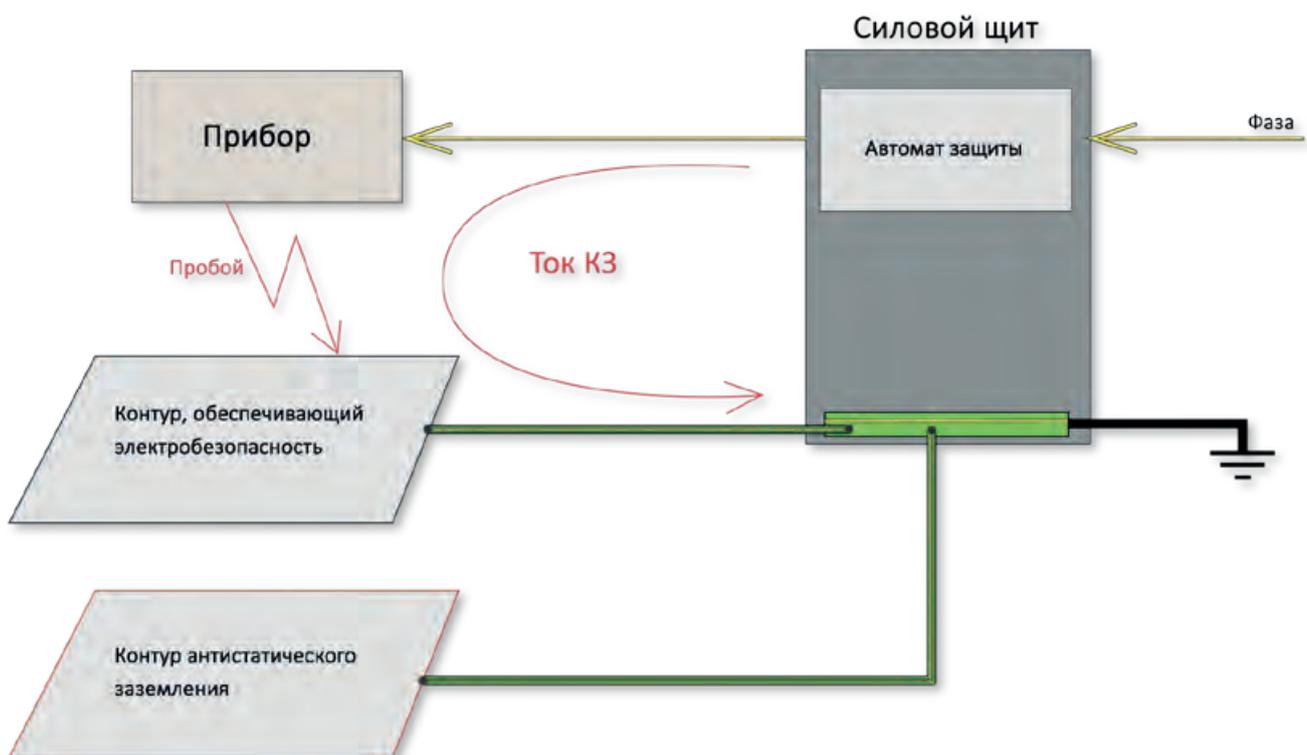
На что следует обратить внимание?

В пределах помещения (УЗЭ) не должно быть дополнительных соединений между контуром антистатического заземления и контуром заземления, обеспечивающим электробезопасность – у них разное функциональное назначение. Токи, возникающие в одном из контуров, не должны протекать через другой. Это обеспечивается соединением контуров только в одной точке – на шине заземления, расположенной в силовом щите или на подстанции. Соответственно, должны быть проложены отдельные проводники от контура антистатического заземления и контура заземления, обеспечивающего электробезопасность. При таком подключении в случае аварийной ситуации (например, произошел пробой фазы на корпус какого-либо прибора) ток короткого замыкания (КЗ) потечет только по проводнику контура заземления, обеспечивающего электробезопасность, как показано на рис. 5.

После ввода в эксплуатацию помещения или зоны, защищенной от ЭСР, требуется уделить внимание мероприятиям, обеспечивающим проведение требуемых постоянных и периодических проверок, описанных в ГОСТ Р 53734.5.2-2009 «Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению».

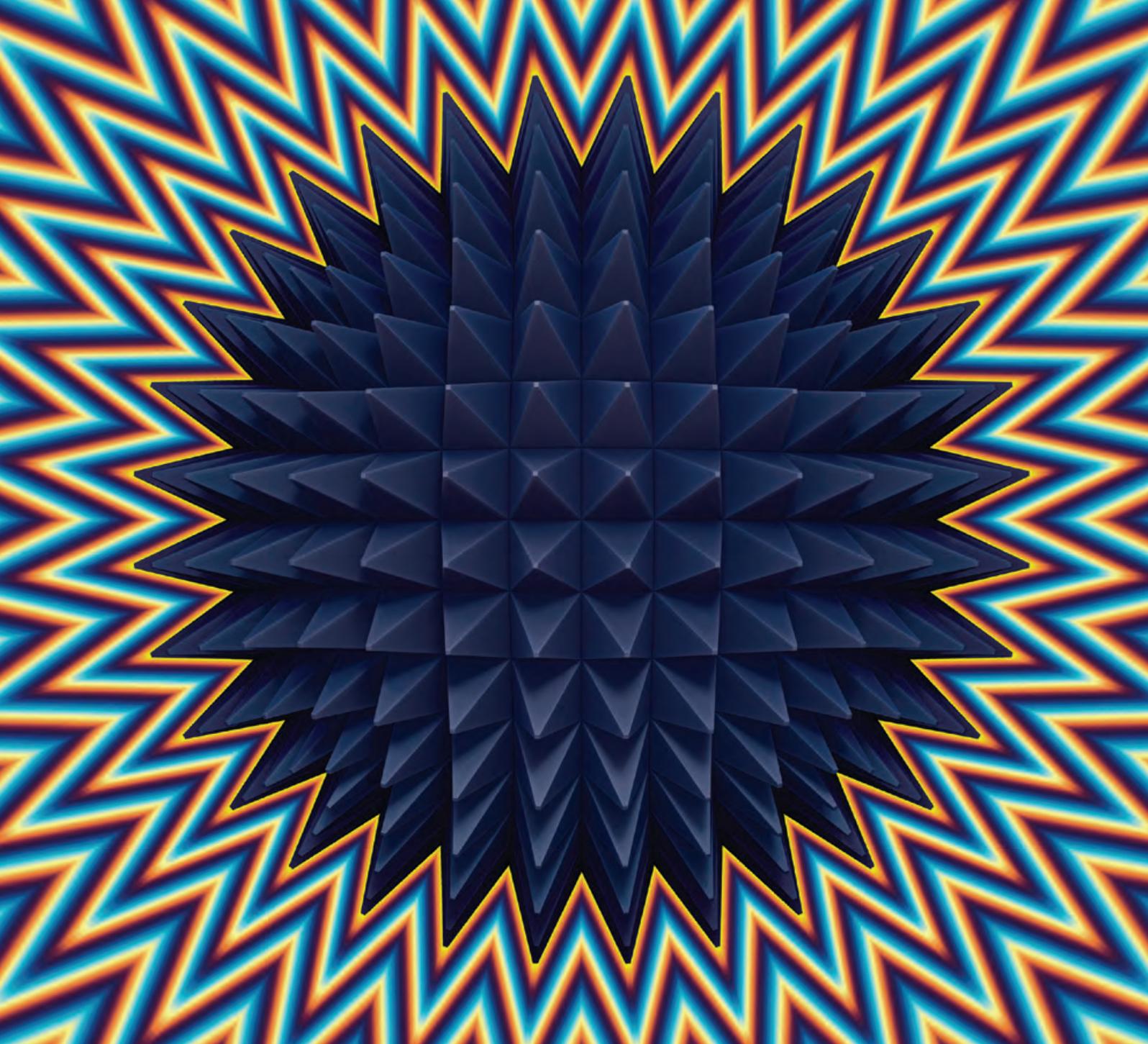
Комплекс этих мероприятий необходим для обеспечения гарантированного текущего состояния заданных параметров зоны, защищенной от ЭСР. Правильно оснащенная зона еще не гарантирует ее функционирование на протяжении всего срока эксплуатации. Внешне исправные элементы антистатической защиты (соединительные шнуры, браслеты, разъемы, коврики и т. д.) могут оказаться неисправными по причине износа, повреждений и загрязнений. ▣

**Соблюдение всех требуемых мероприятий способствует повышению уровня компетентности, ответственности и дисциплины персонала, что существенно влияет на снижение вероятности возникновения незапланированных и непредсказуемых производственных потерь.**



5

Пример подключения к заземлению. При аварийной ситуации ток короткого замыкания (КЗ) потечет только по проводнику контура электробезопасности



# Полное погружение в проект\*

Спроектируем. Построим. Аттестуем.

## Безэховые камеры и измерительные комплексы

- для измерения параметров антенн
- для испытания на ЭМС
- для акустических измерений
- для работы в полевых условиях

УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ



\* Узнай о **БЭК в Остек** на сайте [www.ostec-electro.ru](http://www.ostec-electro.ru)  
Эксклюзивный дистрибьютор в РФ и странах Таможенного союза  
(Киргизия, Белоруссия, Казахстан, Армения)  
ООО «Остек-Электро»



будущее  
создается

# Современное рабочее МЕСТО – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ



Текст: Наталья Руденко



Современная промышленная мебель – основополагающая составляющая при организации любого рабочего места. На производстве рационально организованное рабочее место позволяет сократить временные затраты на выполнение технологических операций, увеличить эффективность использования средств производства, повысить работоспособность персонала, обеспечить высокое качество выполняемых работ. При организации современных рабочих мест первоочередное внимание уделяется их антистатическим свойствам и эргономичности.

Российский производитель промышленной мебели – ООО ПО «ГЕФЕСД» – создает изделия, соответствующие мировым стандартам. Особое внимание при производстве продукции с антистатическими свойствами уделяется соблюдению требований всех существующих ГОСТов и международных стандартов, что необходимо для успешной работы не только с российскими потребителями, но и с зарубежными. Предприятие сертифицировано в системе качества ГОСТ Р ISO 9001-2015.

Ассортимент мебели торговой марки GEFESD разработан с учетом реальных требований современных промышленных предприятий. Каждая из представленных серий – это модульная система, которая позволяет организовать рабочие места различного назначения для любого производства. Предлагаются как комплексные решения, так и индивидуальные в соответствии с техническим заданием заказчика.

Основной элемент рабочего места – рабочая поверхность. ПО «ГЕФЕСД» изготавливает рабочие поверхности с различными эксплуатационными свойствами и характеристиками. В стандартном исполнении антистатические столы имеют два основных типа столешниц: ламинированные антистатическим слоистым пластиком и из графитонаполненного ЛДСП. При необходимости рабочая поверхность может быть выполнена в соответствии с особыми требованиями к истираемости, термоустойчивости, повышенной проводимости и т. д.

«ГЕФЕСД» производит несколько линеек промышленной мебели. Каждая серия разработана с учетом отраслевой специфики и технологических процессов предприятий.

### Промышленная и антистатическая мебель GEFESD

Одно из значимых мест в ассортименте промышленной мебели GEFESD занимает серия АТЛАНТ (рис. 1).

Модельный ряд мебели позволяет конфигурировать различные варианты рабочих мест. Алюминиевый профиль, применяемый в данных моделях, специально разработан для обеспечения высоких прочностных характеристик конструкций, которые гарантируют уникальную стабильность рабочей поверхности. Практически исключены качания, шатания и разбалтывания. Заказчик может создавать нестандартные конструкции собственными силами, используя крепежные пазы для стандартных метизов.

Модульность и взаимозаменяемость дополнительных элементов – это возможность формировать индивидуальные рабочие места, точно отвечающие задачам предприятия и эргономическим требованиям работника. Набор комплектующих изделий позволяет гибко конфигурировать рабочие места под актуальные требования производства.



1 Рабочее место серии АТЛАНТ



2 Рабочее место серии КАСКАД



3 Стол серии МОНОЛИТ для слесарно-сборочных работ

Низкобюджетное рабочее место регулировщика, настольщика радиоэлектронной аппаратуры может быть организовано с помощью серии КАСКАД (рис. 2). Столы данной серии имеют двухуровневую рабочую поверхность и усиленный каркас, что позволяет разместить на рабочем месте большое количество приборов, обеспечить обзор и легкий доступ к управлению.

Сборно-разборная конструкция, независимая регулировка высоты двух рабочих поверхностей, возможность оснащения дополнительными комплектующими позволяют формировать индивидуальные рабочие места, а также делают производство гибким, способным многократно изменять конфигурацию рабочих мест в любое время. Серия дополнена новыми опциями, среди которых полка для установки приборов грузоподъемностью до 120 кг.

Специально для слесарно-сборочных работ в машиностроительной и других отраслях разработаны столы серии МОНОЛИТ (рис. 3). Усиленный каркас позволяет выдерживать до 1000 кг распределенной нагрузки.

## Оснащение рабочих мест

Комфортная работа сотрудников на рабочих местах невозможна без качественного освещения. Под торговой маркой GEFESD выпускаются надежные промышленные люминесцентные и светодиодные светильники собственной разработки. Светильники обеспечивают высокий уровень освещенности и комфорта, позволяют снизить утомляемость, повысить концентрацию внимания и снизить уровень дефектов. Предприятие предлагает как стандартные светильники, так и разрабатывает системы освещения под индивидуальные требования заказчика. Например, разрабатывает и производит светодиодные (LED) светильники для предприятий, которые работают с мельчайшими элементами – работа, для

выполнения которой необходимо точечное освещение. Предприятием был разработан светодиодный светильник на гибком пантографе, отвечающий всем стандартам освещения рабочих мест. Благодаря мобильности гибкого пантографа работники могут направить поток света на конкретный участок рабочей поверхности под необходимым углом для более точного выполнения технологического процесса.

Рабочее пространство на промышленном предприятии оснащается не только специализированными рабочими местами, но и системами транспортировки и промежуточного хранения деталей, оборудования, инструментов и материалов. Для этих целей «ГЕФЕСД» предлагает стеллажные системы хранения, металлические тумбы, разнообразные мобильные подкатные системы, транспортные тележки, металлические шкафы различного назначения, высококачественные кресла с анатомическими сиденьями и спинками.

Более подробно ознакомиться с решениями для оснащения производств промышленной и антистатической мебелью, а также получить консультации специалистов ПО «ГЕФЕСД» можно будет на выставке ЭлектронТехЭкспо 2017.

На нашем стенде мы продемонстрируем:

- современные решения в области индивидуальной эргономики рабочих мест;
- возможности для решения производственных задач предприятий на примере мебели серий «Атлант», «Каскад» и «Стандарт»;
- новинки, нестандартные изделия и решения для комплексного оснащения мебелью производственных помещений.

Ждем вас на нашем стенде 25-27 апреля! 

# через 10 лет интенсивной эксплуатации

антистатическая промышленная  
мебель GEFESD останется  
столь же надежной.

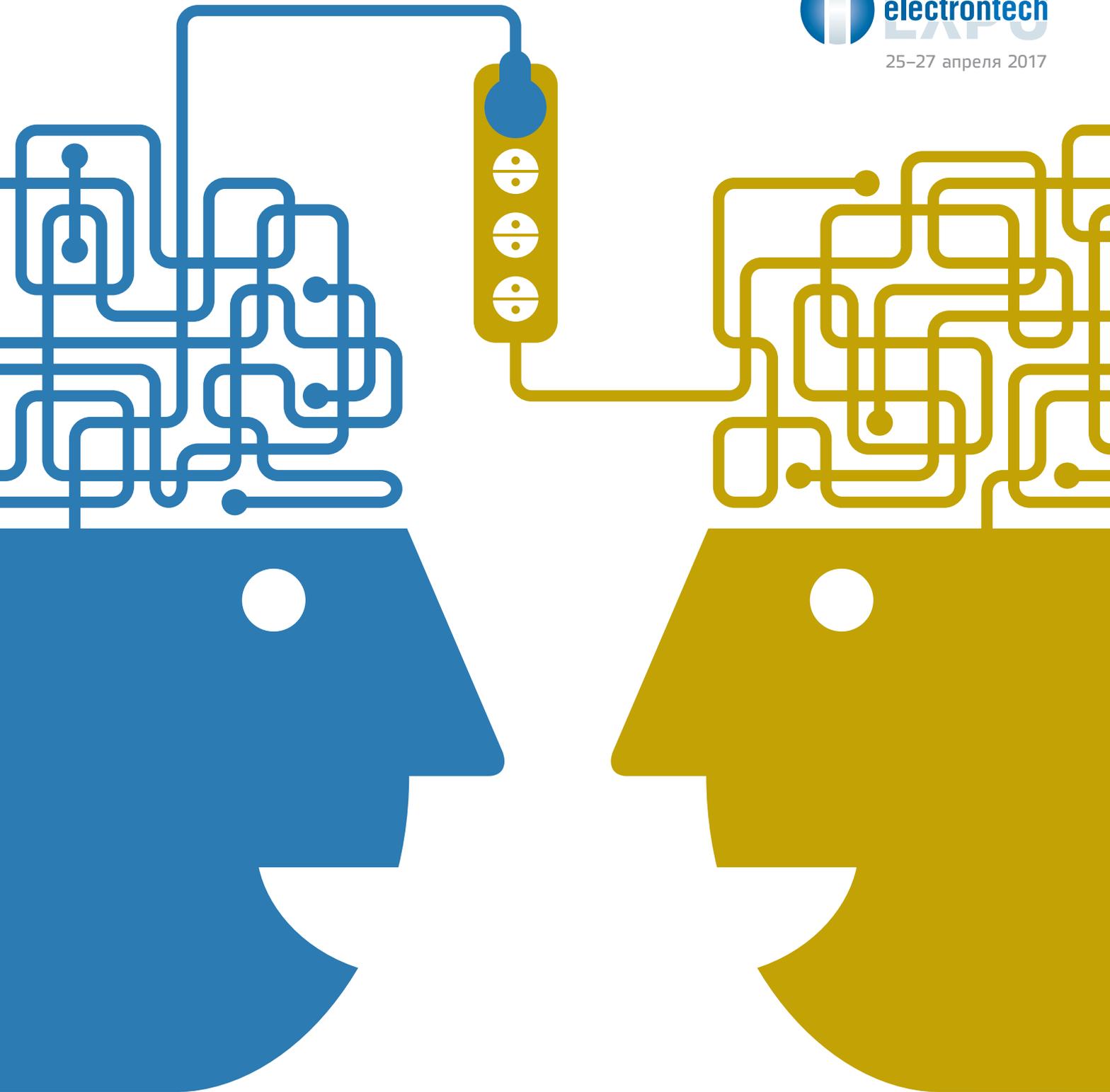
- Продуманная эргономика повышает работоспособность и снижает утомляемость.
- Конструкция, качество материалов и испытания обеспечивают надежность изделий на срок более 10 лет.
- Постоянная модернизация конструкций позволяет соответствовать современным технологическим задачам.
- Модульность и широкий ассортимент комплектующих и опций гарантируют гибкую конфигурацию рабочих мест.



Соберите рабочее место  
в требуемой комплектации,  
воспользовавшись онлайн  
помощником на нашем сайте:  
<http://www.gefesd.ru/designer>



[www.gefesd.ru](http://www.gefesd.ru)  
8 (800) 700-14-44, бесплатный звонок  
из любого региона России  
+7 (495) 788-44-44  
e-mail: [sales@gefesd.ru](mailto:sales@gefesd.ru)



## Место встречи замыслов и возможностей

Группа компаний Остек приглашает на международную выставку «ЭлектронТехЭкспо 2017». Мы поделимся с вами новыми знаниями об актуальных технологиях и технологиях будущего, покажем наши собственные разработки, продемонстрируем работу новейшего оборудования. На нашем стенде вы найдете актуальные отраслевые решения в области электроники и радиоэлектроники, электротехники, технологий контроля, химико-технологических процессов. Вы первыми узнаете об инновациях во всех профильных областях и о том, как они могут помочь в реализации ваших проектов по модернизации производства. Выставка ЭлектронТехЭкспо 2017 пройдет с 25 по 27 апреля в Москве, в МВЦ "Крокус Экспо", павильон 1, зал 4.