

02 (07) март 2014

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал

**ТЕХНОЛОГИИ**  
Семен Хесин

**30** ИДЕАЛЬНАЯ РАВНОМЕРНОСТЬ  
ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ПОВЕРХНОСТИ ПЕЧАТНОЙ  
ПЛАТЫ — STREAMLINE

**КАЧЕСТВО**  
Артем Василенко  
Степан Румянцев

**44** ПРЕИМУЩЕСТВА ТРЕХМЕРНОЙ  
КТ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРНОГО  
СООТВЕТСТВИЯ ИЗДЕЛИЙ

**ОПТИМИЗАЦИЯ**  
Дмитрий Ублинский

**50** АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ С ПОМОЩЬЮ  
АПК ОМЕГА-ОСТЕК

# Видеть сегодня кабельные сборки будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИИ ИХ производства — необходимо**



## Sienna 750

Автомат лазерной зачистки проводов



- Высокая скорость и прецизионность проведения операций обработки (точность  $\pm 0,1$  мм)
- Широкий диапазон обрабатываемых материалов (полиамид, полиуретан, полиэстер, PTFE, ETFE, ПВХ, силикон)
- Широкий диапазон мощностей лазерного генератора (20, 25 и 50 Вт)
- Гарантированная сохранность жилы провода



будущее  
создается

[www.ostec-cable.ru](http://www.ostec-cable.ru)  
ЗАО «Остек-ЭТК»  
(495) 788 44 44  
[cable@ostec-group.ru](mailto:cable@ostec-group.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)





### Уважаемые коллеги!

«В обществе товарного изобилия наблюдается переизбыток идентичных компаний, имеющих похожих как две капли воды сотрудников: с одинаковым образованием, выполняющих одну и ту же работу, выдвигающих одни и те же идеи, производящих одни и те же продукты по одним и тем же ценам, с одинаковой гарантией и характеристиками». Такую мысль высказали Кьелл Нордстрем и Йонас Риддерстрале в книге «Бизнес в стиле фанк», определив, что причиной такого явления стали массовое производство и технический прогресс, которые делают передачу информации фактически бесплатной.

С момента издания книги прошло уже более 10 лет, и скорость технического развития и перенимание «в лоб» опыта лучших компаний привели к тому, что организации, продукты и услуги становятся единообразными, а конкурировать становится все сложнее и сложнее.

Все говорят о необходимости быть уникальными. Надо просто сделать что-то новое, что-нибудь, чего мир еще не видел. Легко сказать, но как это сделать?

Интересную мысль я подсмотрел у другого автора, Дейва Грея, в книге «Связанная компания». Первый шаг к созданию уникальных конкуренто-

способных предложений в изменении того, как мы думаем о продуктах. Конечный продукт не является самоцелью, а лишь одним из компонентов в общей службе, точкой доступа к «звездному» сервисному обслуживанию. Новое поле борьбы за конкурентное преимущество это не только качество и характеристики продуктов, но и дизайн, гарантия, индивидуальные комплектации, индивидуальные условия обслуживания, имидж, условия оплаты... Этот список можно продолжать и продолжать.

Таким же образом, чтобы создавать конкурентоспособное предложение рынку, продукт должен рассматриваться как физическое проявление услуги или набора услуг.

Но ни одна компания не может организовать сервисную функцию в одностороннем порядке. Ценность возникает только в результате обмена между двумя сторонами. Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий» мы создаем как результат обмена между нашими авторами и вами, нашими читателями. Вы можете оценить статьи Вектора на сайте [www.ostec-press.ru](http://www.ostec-press.ru) или написать свои отзывы в КлиентоМаннии <http://ostecgroup.clientomannia.ru>.

Давайте совместно создавать сервис!

**Антон Большаков, директор по маркетингу**

Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий»,  
свидетельство регистрации: ПИ № ФС 77 — 55527 от 07.10.2013, учредитель ЗАО 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-press.ru](http://www.ostec-press.ru)



# В НОМЕРЕ



## ПЕРСПЕКТИВЫ

- ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО 2014.  
ВИДЕТЬ БУДУЩИЙ УСПЕХ ПРОИЗВОДСТВА НЕВОЗМОЖНО,  
НО ПУТЬ К НЕМУ – НЕОБХОДИМО** ..... 4
- СКОЛЬКО МОБИЛЬНЫХ МОЖНО ПОДЗАРЯДИТЬ ОТ ОДНОГО  
ЧЕЛОВЕКА. ЧАСТЬ 1**..... 17

Автор: Николай Павлов

## ТЕХНОЛОГИИ

- ИДЕАЛЬНАЯ РАВНОМЕРНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ПОВЕРХНОСТИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ – STREAMLINE.  
ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО!** ..... 26

Автор: Семен Хесин



## КАЧЕСТВО

- ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ  
ЛИЧНЫХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ** ..... 32

Автор: Наталья Фролкова

- ПРЕИМУЩЕСТВА ТРЕХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ТОМОГРАФИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРНОГО  
СООТВЕТСТВИЯ ИЗДЕЛИЙ** ..... 40

Авторы: Артем Василенко, Степан Румянцев





КАЧЕСТВО стр. 40



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 56

## ОПТИМИЗАЦИЯ

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОИЗВОДСТВ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОМЕГА-ОСТЕК ..... 46

Автор: Дмитрий Ублинский

## ТЕХПОДДЕРЖКА

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЗРЫВНОЙ ЛИТОГРАФИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ..... 56

Авторы: Владимир Костюченко, Степан Косинцев

### СКВОЗЬ ОГОНЬ, ВОДУ И МЕДНЫЕ ТРУБЫ — ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ СВЕТИЛЬНИК ..... 60

Авторы: Сергей Назин

## АВТОРЫ НОМЕРА

### Николай Павлов

Главный специалист технологической поддержки ЗАО «НИИИТ»  
edu@ostec-group.ru

### Семен Хесин

Инженер отдела проектов  
ООО «Остек-Сервис-Технология»  
ost@ostec-group.ru

### Наталья Фролкова

Главный специалист дирекции по качеству  
ЗАО Предприятие Остек  
info@ostec-group.ru

### Артем Василенко

Главный специалист отдела технологий контроля ЗАО «Остек-СМТ»  
info@ostec-ct.ru

### Степан Румянцев

Ведущий инженер отдела технологий контроля ЗАО «Остек-СМТ»  
info@ostec-ct.ru

### Дмитрий Ублинский

Начальник группы разработки отдела программно-аппаратных средств ЗАО «Остек-Инжиниринг»  
project1@ostec-smt.ru

### Владимир Костюченко

Начальник группы 3 отдела сервиса ЗАО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru

### Степан Косинцев

Сервис-инженер группы 3 отдела сервиса ЗАО «Остек-ЭК»  
micro@ostec-group.ru

### Сергей Назин

Специалист по продажам группы финишной сборки ООО «Остек-Интегра»  
materials@ostec-group.ru

# ПЕРСПЕКТИВЫ

## ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО

# 2014

Видеть будущий успех производства

**НЕВОЗМОЖНО,**

но путь к нему —

**необходимо**

”

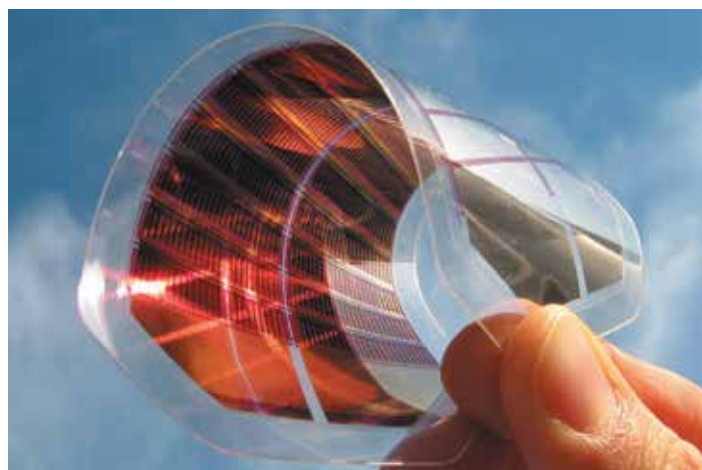
Вам наверняка известно, что в условиях стремительного развития рынка необходимо постоянно развивать технические и технологические возможности производственного предприятия. Однако внедрение новейших технологий пугает непредсказуемостью результата, что может тормозить процесс развития. Философы в таких ситуациях дают подсказку: «При любой неопределенности достаточно сделать первый шаг, а путь всегда найдется». Для вас этим шагом может стать встреча с нашими специалистами. 15-17 апреля приглашаем вас посетить стенды Группы компаний Остек на ежегодной международной выставке «ЭлектронТехЭкспо 2014». Получайте новые знания и делайте уверенные шаги в направлении развития вашего производства!

Каждый год появляются новые технологии и новые возможности для развития производств. 2014 год не стал исключением. На выставке «Электрон-ТехЭкспо 2014» мы планируем показать нечто особенное, для чего будут оснащены сразу две площадки в разных залах выставочного павильона. На этих площадках каждое бизнес-направление Группы компаний Остек в соответствии со своей специализацией продемонстрирует посетителям новейшие технологические решения.

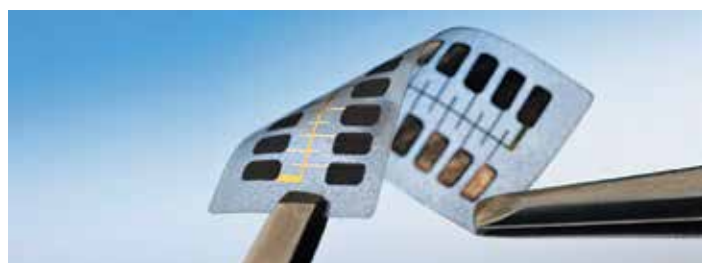
### Прикладные исследования и проекты разработки высокотехнологичных изделий (ЗАО «НИИИТ»)

В этом году Остек решил оборудовать для бизнес-направления прикладных исследований отдельную площадку в зале № 1. На отдельном стенде будут представлены новейшие технологические решения для производства трехмерных схем на пластике. Эта технология сегодня переживает второе рождение, связанное с удовлетворением современных требований миниатюризации электроники, снижением себестоимости и повышением ее функциональности за счет использования пластиковых элементов конструкции для сборки электронных схем или организации системы соединений.

Мы представим технологии по основным этапам производства устройств на базе технологии 3D-MID: от проектирования и выбора технологических материалов до сборки и тестирования готовой продукции с демонстрацией образцов изделий. У вас будет возможность задать



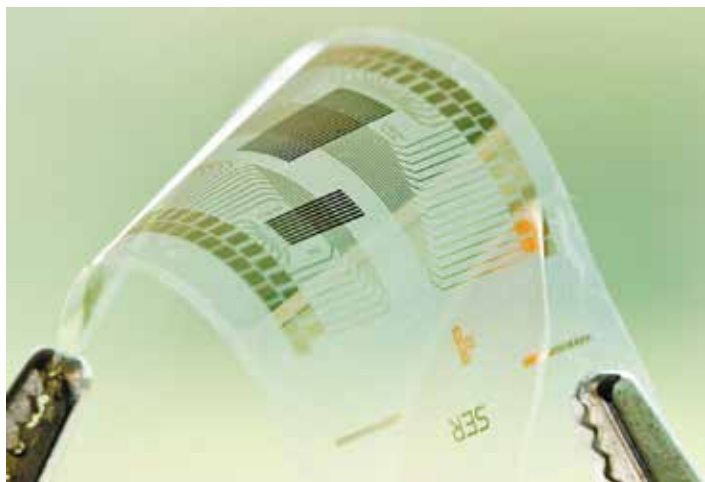
Flexible organic cell



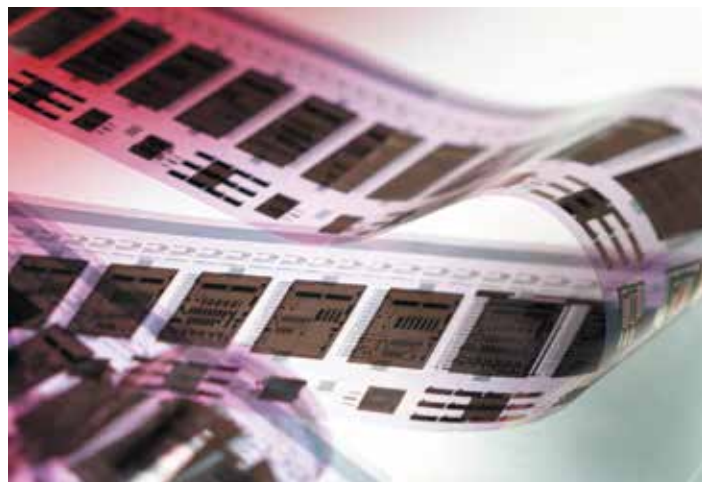
Thin-Film-Electronics-ASA-Printed-Memory-Label-Flexible

вопросы специалистам по оборудованию и представителям зарубежных компаний, имеющим богатый опыт разработки и производства изделий по данной технологии.

Также на стенде будут продемонстрированы результаты разработок в области печатной электроники: гибкие печатные электролюминесцентные и электрохромные дисплеи, солнечные батареи, антенны для различных частотных диапазонов, батарейки и другие элементы печатной электроники. Будут представлены результаты совместного проекта с ИПЭ РАН по исследованию характеристик печатных излучателей на бумаге



Первая перезаписываемая память



Mile long printed logic circuits for RFID tags PolyIC



Херон автоматическая линия 3D-MID сборки

и полиимиде. Для этого каждый выставочный день планируются доклады и презентации::

- о технологии 3D-MID;
- о технологиях: сравнительный обзор методов нанесения и сушки/спекания функциональных материалов;
- о потенциальной области применения изделий печатной электроники, включая системы освещения, солнечную энергетику, автоэлектронику, медицину, одежду, розничную торговлю, спецтехнику;
- о примерах успешной коммерциализации печатной электроники.

На основной площадке, которая по традиции разместится в зале № 2, мы планируем представить новые технологические решения для основных категорий производств:

- решения для производства радиоэлектронной аппаратуры;
- решения по системному планированию и управлению качеством на предприятиях;
- решения для производства электронных компонентов и микросборок;

- решения для обработки и маркировки проводов;
- решения для изготовления жгутов и точных изделий;
- решения для организации электрического контроля;
- решения для организации испытаний и тестирования;
- решения для производства печатных плат, гальванических и химических покрытий;
- решения в области технологических материалов;
- решения для оснащения рабочих мест;
- решения для автоматизации складов.



LPKF 3D 1100



LPKF 3D 6000



LPKF 3D 1500



## Решения для производства радиоэлектронной аппаратуры (ЗАО «Остек-СМТ»)

Бизнес-направление Остека, специализирующееся на технологиях для производства радиоэлектронного оборудования, представит свой новый пакет услуг, посвященный комплексной автоматизации производств. Одним из составляющих этого предложения является Система управления производственными процессами SMART, демонстрационная версия которой будет показана на стенде. Ядром системы является широко известное в мире решение iTAC.MES.Suite. При этом система SMART полностью адаптирована для использования на российских предприятиях.

Представляя новое предложение по комплексной автоматизации, мы проведем на стенде пресс-конференцию, посвященную началу сотрудничества компании Остек и немецкой компании ASYS — ведущего поставщика индивидуальных решений автоматизации сборочных линий. В качестве образца предлагаемых решений будет показан автомат финальной сборки изделия, разработанный по индивидуальному проекту.

Помимо этого будет демонстрироваться в действии прогрессивное сборочно-монтажное оборудование.

- Самый высокопроизводительный в своем классе автомат DECAN от компании Samsung Techwin. Автоматы новой серии за счет использования линейных приводов и двух порталов с установочными головками, на каждой из которых по 10 вакуумных захватов, способны обеспечить производительность до 80 тысяч компонентов в час с точностью 40 мкм для чип-компонентов и 30 мкм для микросхем, при этом автоматы сохраняют функциональность, свойственную серии SM.
- Новый автомат установки компонентов компании FUJI, оснащенный новейшими установочными головками H24 и DynaHead. За счет использования современных материалов и особенностей конструкции новая роторная головка H24 имеет вес всего 2,5 килограмма, что снижает воздействие на нее инерции при перемещении. По умолчанию в H24 включены сенсор наличия компонентов и система центрирования на «ленту». Используемая совместно с питателями W08f, в которых повышена стабильность и скорость подачи компонентов, на новой платформе NXTIII данная головка может обеспечить производительность до 35 000 компонентов в час с точностью 25 мкм.
- Первый в мире автомат установки компонентов со встроенным каплеуловителем Paraquada. Его примечательная особенность — возможность работы с широким спектром материалов, в том числе пастами 3, 5 и 6 типов и монтаж широкого диапазона компонентов. Данное реше-

ние идеально подходит для мелкосерийных многономенклатурных производств, выполняя огромный объем задач, экономя производственные площади и средства. Также у посетителей стенда будет возможность познакомиться с полуавтоматом трафаретной печати FINO, полуавтоматом установки компонентов Expert-SAFP и настольной системой пайки в паровой фазе SV260.

В области технологий для контроля посетителям будет предоставлена возможность провести рентгеновскую инспекцию своих изделий на установке Micromex DXR, а заодно оценить новую технологию Flash!Filters. Эта технология позволяет автоматически осуществлять фильтрацию изображения, оптимизируя при этом уровень шкалы серого, контрастность и яркость для восприятия человеческим глазом. Оператор получает максимально полную информацию, при помощи которой оценка качества исследуемого образца может быть проведена без временных затрат на длительное изучение и подборку оптимальных режимов инспекции. Что примечательно: на вашем производстве Flash!Filters может быть установлена и на ранее выпущенные рентгеновские установки GE при условии обновления программного обеспечения X|act до версии 9.0.

Автоматическая оптическая инспекция в этом году будет представлена настольной установкой компании Viscom S2088-II.

И, наконец, несмотря на уже достаточную известность в России, на выставке в первый раз будет продемонстрирована установка струйной отмывки печатных узлов Compaclean III.

Сборочно-монтажное оборудование DECAN (Samsung)





Модель цеха 3D и линии АСУПП

### Решения в области комплексного развития производств (ЗАО «Остек-Инжиниринг»)

В области комплексного развития производств Остек представит систему управления процессами производства изделий электроники. Это сложный комплекс программно-аппаратных средств, который позволяет полностью проследить процесс сборки продукции и объединить информацию по каждому изделию: комплектующие, материалы, кто их поставщик, в какое время, кто исполнитель, кто покупатель. Он позволяет получить в режиме «реального времени» актуальную информацию о выполнении плана производства, объективную информацию о структуре затрат и состоянии материальных запасов; дает возможность эффективно планировать график закупки комплектующих в зависимости от графика выпуска продукции. Система управления производственными процессами — это основа комплексной системы планирования и управления качеством на предприятии. Такая система уже давно применяется ведущими мировыми компаниями. Для них вопрос «прозрачности» — это вопрос соответствия международным и мировым стандартам.

Внедрение данной системы решает следующие задачи:

- повышение ответственности перед потребителем за качество изготавливаемой продукции;
- снижение затрат на ремонт, затрат, связанных с отзывом дефектной продукции и восстановлением работоспособности;
- комплексное управление качеством, предупреждение возможных дефектов;
- контроль сроков годности комплектующих, технологических материалов;
- отслеживание соблюдения законодательства об охране окружающей среды, директив WEEE и ROHS;
- эффективное планирование и управления производством в целом.

### Решения для производства печатных плат, гальванических и химических покрытий (ООО «Остек-Сервис-Технология»)

Для очистки стоков цехов печатных плат и гальваники будет представлена уникальная запатентованная технология с использованием нанокompозиции ФФГ (ферроферригидрозоль). Композиция ФФГ — коллоидная суспензия, приготавливаемая из отходов металлообработки на месте утилизации. Основные преимущества технологии ФФГ:

- очистка стоков с сильными комплексообразователями;
- осадок после обработки относится к 4 классу опасности (бытовые отходы);
- упрощается возврат воды в производство, не вызывая засоления;
- глубокая очистка без разделения стоков;
- эффективность подтверждена ведущими европейскими предприятиями и внедрена на 200 заводах Европы.

Одной из новинок станет сверлильный станок Posalux MONO. Фирма Posalux является одним из старейших производителей прецизионного оборудования в Швейцарии. Соответствие заявленных изготовителем характеристик реальным возможностям оборудования подтверждено более полувековой эксплуатацией оборудования фирмы POSALUX во всем мире и в России. Сегодня технологичность этого швейцарского оборудования продолжает вызывать уважение. В новой серии сверлильно-фрезерных станков Ultraspeed для изготовления печатных плат воплощены последние достижения в области надежности, точной механики и знаний динамических процессов.



Ultraspeed Mono

Также посетители смогут получить консультации по технологиям надежной металлизации глухих отверстий, отверстий малого диаметра с большой глубиной, которые требуют применения специальных методов обработки. Это методы с использованием тщательно приготовленных и подобранных по составу технологических растворов. Технологические растворы фирмы J-Kem (Швеция) характеризуются высокой стабильностью получаемых результатов, простотой корректирования, высокой производительностью. Они получили широкое распространение в Скандинавских странах, Италии, Франции, Англии, Китае и России. Растворы металлизации на их основе надежно металлизуют традиционные (СТФ, FR-4) и экзотические (тефлон, полиимид, орилокс и другие) материалы для СВЧ-техники.

Помимо перечисленного, посетителям будет представлена конвейерная установка струйного щелочного травления фирмы MATU. Фирма «Машиностроительный завод Матусевич» (MATU) — крупнейший европейский производитель оборудования, поставляющий на ведущие заводы Европы линии мокрых процессов для изготовления печатных плат. Многолетний опыт производства оборудования для мокрых процессов, а также научный расчёт позволяют этому производителю выпускать эргономичные и технически сложные процессорные модули, максимально обеспечивающие требования технологического процесса с учетом обрабатываемого материала заготовок печатных плат.

Также на стенде можно будет увидеть следующее оборудование:

- систему серии Apollon. Это представитель нового поколения установок светодиодного прямого экспонирования топологии печатных плат (процесс DDI — Diodes Direct Imaging). Apollon — это высокая производительность экспонирования, высокое разрешение (ширина проводников до 25 мкм), возможность масштабирования каждой заготовки индивидуально, традиционная для PrintProcess высокая точность совмещения, длительный срок службы светодиодного источника света, возможность использования традиционных фоторезистов и удобство автоматизации;
- установку Sprint фирмы Orbotech. Это оборудование специально разработано для смены традиционно сложившейся технологии трафаретной печати производства печатных плат, чтобы заменить высокую эксплуатационную стоимость, множество технологических операций и длительное время получения конечного результата. Эта новейшая технология имеет поразительную простоту, чистоту, гибкость и короткое время получения конечного результата. Одна установка позволяет заменить целый парк оборудования, включающий: установку трафаретной печати, миксер для приготовления маркировочной краски, установку заточки ракелей, установку механического натяжения сеток, установку нанесения светочувствительной эмульсии, установку сушки



Apollon DI-M11

трафаретных печатных форм, установку экспонирования трафаретных печатных форм, установку проявления трафаретных печатных форм и сушильный шкаф с вытяжкой. К этому списку можно добавить шкафы и стеллажи, необходимые для хранения трафаретных печатных форм, фотошаблонов, материалов и химикатов;

- установку Fusion 22. Это оборудование позволяет решать основные проблемы контроля качества печатных плат. Как известно, одна из основных проблем работы автоматической оптической инспекции (АОИ) — это большое количество ложных дефектов, которые затрудняют работу оператора и увеличивают время инспекции. Кроме того, есть еще один, наиболее важный, вопрос при покупке оборудования: а сможет ли новая система АОИ найти все ошибки на любых материалах? Используемая в Fusion 22 передовая запатентованная технология многоканальной обработки изображения Multi Image Technology™ позволяет проверять заготовку несколько раз за одно сканирование с непревзойденной точностью. Это оборудование идеально подходит для инспекции высокоплотных печатных плат (HDI), а также обеспечивает увеличение основных производственных показателей за счет минимизации ложных дефектов и, что самое главное, увеличение вероятности определения трудно выявляемых дефектов;



Fusion 22

- новый тип конвейерных линий на основе запатентованной технологии жидкостного движения Streamline, который спроектировала и изготовила фирма Semco. Особенностью данного ряда линий является абсолютно новая конструкция камер обработки, значительно увеличивающая производительность линий при сокращении производственных площадей по сравнению с предыдущими распространенными конструкциями конвейерных линий. Компактный размер достигается благодаря тому, что все необходимое дополнительное оборудование «спрятано» внутри линии. В настоящее время линии Streamline — это наиболее производительное, компактное и эффективное решение для производства печатных плат.

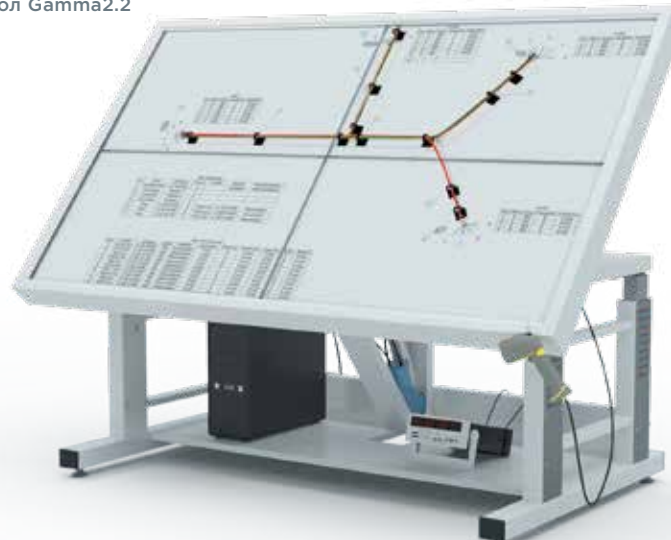
## Решения для производства электротехнических компонентов (ЗАО «Остек-ЭТК»)

В области решений для обработки и маркировки проводов будет представлен принципиально новый продукт — интерактивный стол Gamma2.2 для сборки жгутов. Продукт разработан и изготовлен специалистами Остека и рассчитан на предприятия, занимающиеся производством специальных изделий, в том числе предприятия оборонного комплекса. Стол будет эффективен на производствах, имеющих большую номенклатуру изделий и небольшую серийность. Продукт призван заменить устаревшие сборочные плазы из фанеры. Более того, этот интерактивный стол максимально универсален и сможет заменить несколько десятков "фанерных" столов. Он комплектуется встроенным тестером жгутов, имеет встроенный компьютер и собственное программное обеспечение от Остека. ПО позволяет полностью исключить влияние человеческого фактора при сборке жгутов и, таким образом, избежать брака в изделиях. Стол имеет собственную программу настроек, в том числе по высоте, углу наклона рабочей поверхности, может быть подстроен под рост и физические особенности любого сборщика.

Кроме того, среди новинок будут представлены решения для обработки проводов от компании WDT — решения по опрессовке контактов россыпью. Эти решения особенно актуальны для производителей малых серий и большой номенклатуры жгутов. Системы по опрессовке характеризует компактность, простота обслуживания и возможность быстрой смены матрицы для различных сечений проводников.

Также посетители смогут получить консультации по технологиям термоусадки на основе оборудования марки Ecmore. Основа машин — это модуль инфракрасного излучения. Данные системы позволяют более точно проводить операции по термоусадке и контролировать параметры процесса.

Стол Gamma2.2



## Решения для производства электронных компонентов (ЗАО «Остек-ЭК»)

В области технологий производства электронных компонентов Остек впервые представит новейшие технологические решения, использующие следующее оборудование:

- цифровой акустический микроскоп высокого разрешения Sonoscan GEN 6. Это высокоточная система для поиска и визуализации скрытых дефектов внутри корпусов микросистемных схем, стеках полупроводниковых пластин, микросборках различной степени сложности и других изделиях. Незаменимая установка для отработки технологии производства и выявления причин отказов;
- новая система оборудования от компании Nordson Dage для механического разрушающего контроля Dage Optima, которая обладает рядом конструктивных усовершенствований по сравнению с предыдущими моделями и новым универсальным картриджем, позволяющим проводить сразу три вида испытаний. Система является оптимальным решением для работы с гибридными микросборками отечественной микроэлектронной промышленности;
- новая универсальная перенастраиваемая система для микросварки проволочных выводов IBond5000 Dual от широко известной и хорошо себя зарекомендовавшей в России израильской компании Kulicke and Soffa. Система обладает усовершенствованной конструкцией, улучшенной эргономикой и новыми органами управления, что делает ее еще более удобной для оператора;
- настольная система вакуумной пайки SST Model 1200 для оснащения лабораторий и мелкосерийных производств. Американская компания SST International производит оборудование для вакуумной бездефектной пайки и хорошо известна на американском и азиатском рынках, сотрудничает с такими гигантами как Lockheed Martin, Samsung, Sagem. В 2013 году Остек тоже объявил о начале сотрудничества с SST. Технологические решения, представленные на стенде, будут интересны представителям как серийного, так и опытно конструкторского лабораторного производства.

На стенде будут присутствовать представители производителей перечисленного оборудования, поэтому у всех посетителей будет возможность получить самую подробную консультацию по новейшим технологиям производства электронных компонентов.



iBond5000-Dual



Dage Optima



Микроскоп  
Sonoscan GEN 6

## Технологические решения для электрического контроля качества изделий (ЗАО «Остек-Электро»)

ЗАО «Остек-Электро» расширяет ассортимент предлагаемых технологий в области электрического контроля продукции. В дополнение к самым популярным в отечественной радиоэлектронной отрасли системам внутрисхемного контроля на базе летающих пробников SPEA 4060 и комплексам периферийного сканирования JTAG ProVision, мы представим ряд новинок, никогда ранее не демонстрировавшихся на стенде ГК Остек.

Особое внимание будет уделено новейшей разработке нашей компании — универсальному стенду контроля кабельно-жгутовой продукции на базе тестера Sefelec Synor 5000. Основной особенностью анонсируемого решения является возможность подключения всего комплекта жгутовых изделий к одной универсальной оснастке со световой индикацией. Теперь оператор может отказаться от громоздких соединительных кабелей и перестать жонглировать всевозможными переходниками и адаптерами. Построено одно рабочее место с исчерпывающим числом ответных соединителей, учитывающее все возможные комбинации изготавливаемых жгутов. Для удобства тестового инженера ему достаточно выбрать номер испытываемого изделия, и система сама подскажет, к какому разъему необходимо подключить тот или иной конец жгута, подсветив его светодиодами. За одно подключение могут быть проверены все интересующим параметры, включая правильность сборки, отсутствие КЗ, емкость между жилами, диэлектрическую прочность изоляции и др.

В рамках стартовавшего сотрудничества с Ingun, компанией N 1 среди изготовителей тестовых пробников и адаптерных систем внутрисхемного контроля, будут продемонстрированы образцы продукции, доступные к заказу со склада в Москве, а также уникальные разработки немецких инженеров в области создания оснасток типа «ложе гвоздей» и ВЧ пробников самого широкого назначения.

Линейка систем контроля моточных изделий, традиционно представленная универсальным тестером трансформаторов Voltech AT 3600, будет дополнена семейством тестеров-анализаторов электродвигателей, электрических машин и комплектующих. Также можно будет получить консультации по технологиям контроля магнитных свойств материалов.

система контроля GLP1\_HV-Prüfung

## Материалы для производства электроники, решения для промышленной очистки деталей и автоматизации применения клеев и компаундов (ООО «Остек-Интегра»)

### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

В России активно развивается кристалльное производство. Существующие исторически материалы уже не способны выдерживать соответствующие параметры и обеспечивать качество для современных процессов. Это касается новых материалов и для кристалльного производства. На нашем стенде мы предоставим своим клиентам возможность подбора и согласования кремниевых, германиевых, стеклянных и других пластин по определенным техническим требованиям и под необходимый технологический процесс. Широкий спектр пластин Кремний на изоляторе (SOI) поставляется индивидуально под каждого заказчика и позволяет учесть любые технологические тонкости производства кристаллов, МЭМС и других изделий микроэлектроники. На стенде посетителям будут представлены образцы полупроводниковых пластин от ведущих мировых производителей. Желающие смогут ознакомиться с передовыми разработками (материалами) для таких процессов как литография и напыление чистых металлов.

### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

Обновление в 2014 году линейки материалов обусловлено появлением у Остека следующих новинок, которые будут представлены на стенде:

- новая водосмываемая паяльная паста Indium 6.4, широкий ассортиментный ряд трубчатых припоев Elsold, большой выбор преформ различных типов-размеров и сплавов;
- влагозащитные покрытия HumiSeal® ультрафиолетового отверждения: UV50 и UV500. Новые продукты отличает повышенная устойчивость к изменению температуры в сочетании с эластичностью покрытия;
- система абразивного удаления влагозащитных покрытий серии SWAM BLASTER®;
- теплопроводящие материалы и, в частности, теплопроводящие электроизоляционные эластичные подложки. Теплопроводящие подложки отличаются простотой и удобством применения благодаря уникальной структуре и различным типоразмерам;
- цифровая автоматическая система для точного измерения и регулировки концентрации отмывочных жидкостей Zestron® EYE — новое решение для отмывки печатных плат. Система совместима с различными типами и марками оборудования по отмывке электронных изделий.





Amsonic 4100 для промышленной очистки деталей

#### РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ

Мы представим современные решения для очистки прецизионных деталей от промышленных загрязнений. Широкий спектр оборудования швейцарской компании Amsonic позволяет решать самые сложные задачи по промышленной очистке в различных индустриальных областях: авиа- и машиностроении, металлургии, медицине, оптике, приборостроении. Различные технологии очистки, такие как ультразвук, струи в объеме, вакуум, паровая фаза, сверхкритический CO<sub>2</sub> обеспечивают удаление загрязнений любой сложности и эффективно очищают детали сложной конфигурации, детали с внутренними полостями и отверстиями. В установках Amsonic применяются высокоэффективные отмывочные жидкости немецкой фирмы Zestron. В зависимости от технологии процесса очистки могут использоваться жидкости на водной основе или на основе модифицированных спиртов. Применение жидкостей Zestron и технологий очистки в оборудовании Amsonic обеспечивает высокую чистоту поверхности изделия в соответствии с российскими и международными требованиями.

#### РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВ, ГЕРМЕТИКОВ И КОМПАУНДОВ

В этой области Остек покажет современные системы подготовки и дозирования материалов. Данные решения позволяют автоматизировать применение большинства клеев, герметиков и компаундов; повышают производительность и стабильность процесса; экономят расходные материалы и выводят производства на новый, более современный уровень. Среди представленных решений будет новинка — вакуумная система DOPAG Eldomix 103 для подготовки, смешивания и дозирования двухкомпонентных компаундов. Семейство систем DOPAG это:

- автоматизация процесса использования отечественных материалов, в том числе Висконт У-1-18, У-2-28, У-4-21, ВК-9;
- автоматизация процесса использования материалов с наполнителями, включая кварцевый песок и алюминиевую стружку;
- автоматизация применения материалов с коэффициентом смешивания от 100:100 до 100:0,25;
- возможность дегазации, заливки в вакууме и координатное нанесение.

Помимо этого, будет представлен координатный дозирующий робот Fisnar F9800N, предназначенный для координатного нанесения клеев, компаундов и герметиков по сложным траекториям с высокой производительностью.



Вакуумная система Eldomix 103 от DOPAG

## Решения для организации испытаний и тестирования (ЗАО «Остек-Тест»)

Производство высокотехнологичной продукции невозможно без проведения испытаний и тестирования готовых изделий на воздействие внешних климатических и механических факторов. В течение трех дней выставки наши специалисты будут готовы обсудить любые вопросы, связанные с организацией тестирования на основе новейших технологий и оборудования, а также проведением аттестации оборудования, тенденциями его развития.

На стенде будет представлена вакуумная печь VAC-100PR, которая применяется в современных технологических процессах производства радиоэлектронных компонентов и изделий. Использование печи для сушки электронных устройств при пониженном давлении позволяет повысить их качество и надежность, сократить время производства компонентов. Оборудование может применяться для дегазации полимеров, сохранения химических реагентов в бескислородном состоянии.

## Решения для контроля качества продукции и исследовательских задач (ЗАО «Остек-АртТул»)

Остек представит проверенные и результативные решения для визуального и прецизионного геометрического контроля, а также исследований поверхностных структур оптическими методами, включая 3D-моделирование. Для работ в нанодиапазоне, который недоступен оптическим микроскопам, мы предлагаем технологии с применением электронной микроскопии и возможностью анализа химического состава покрытий.

На выставочном стенде будут продемонстрированы как улучшенные модификации известных приборов — измерительный микроскоп Swift Duo, исследовательская цифровая видеосистема КН-8700, настольный сканирующий электронный микроскоп JCM-6000, так и давно ожидаемые новинки — измерительная система Xpress для моментальных измерений большого количества однотипных изделий, портативная видеолупа CamZ мобильного применения с архивированием результатов для визуального контроля и оценочных измерений в труднодоступных местах.

Для геометрических измерений крупных объектов сложной формы Остек также представит эффективное решение — линейку координатно-измерительных машин немецкой фирмы АЕН.



Вакуумная печь VAC-101P

## Решения для автоматизированных рабочих мест регулировщиков, настройщиков, разработчиков (ЗАО «Остек-АртТул»)

ЗАО «Остек-АртТул» совместно с мировым лидером в области производства контрольно-измерительного оборудования компанией Tektronix покажут принципиально новый осциллограф серии MDO3000 — «б-в-1». Осциллографы MDO3000 будут представлены на стенде в разных вариантах исполнения. Наши специалисты вместе с представителями производителя готовы продемонстрировать все возможности осциллографа. На нашем стенде можно будет:

- оценить все возможности нового осциллографа на реальных измерениях;
- получить профессиональную консультацию по использованию инновационного осциллографа;
- получить подробную техническую документацию на MDO3000;
- оформить заказ на его бесплатное демоиспользование (сроки обсуждаются отдельно);
- заказать семинар с демонстрацией полных возможностей MDO3000.

Также мы представим решения для автоматизированных рабочих мест на базе National Instruments, расскажем и покажем возможности их применения и все выгоды автоматизации.





осциллограф серии MDO3000



станция RMST-2B

### Решения в области комплексного оснащения рабочих мест (ЗАО «Остек-АртТул»)

Мы продемонстрируем новые решения по паяльному оборудованию, новинки в антистатическом оснащении. Еще раз покажем готовые решения и сделаем акцент на важности комплексного подхода в оснащении рабочих мест. Наши специалисты проконсультируют посетителей по следующим темам:

- ESD (антистатическое оснащение);
- проведение аудита по ESD (цели, задачи, сроки, цены);
- мебель (что используют за границей и что мы предлагаем в России);
- паяльное оборудование (автоматизация процессов);
- ручной инструмент (его долговечность).

Также будет представлена многофункциональная цифровая паяльно-ремонтная станция RMST-2B.

### Решения в области экономии места и оптимизации хранения на производстве и на складах (ЗАО «Остек-АртТул»)

Автоматизированные системы для хранения и размещения товарно-материальных ценностей (ТМЦ) — это ключ к увеличению показателей эффективности работы предприятия и уменьшению необходимых для этого площадей.

ЗАО «Остек-АртТул», сотрудничая с уникальным в России научно-образовательным центром инновационных технологий в логистике (НОЦ-ТЛ), совместно с вами разработает наилучшее решение в области организации хранения на вашем предприятии, которое будет удовлетворять самым жестким техническим требованиям.

На стенде можно будет ознакомиться с автоматизированной системой для организации хранения архивной документации, мелких ТМЦ и других дополнительных вещей.


**15, 16 и 17 АПРЕЛЯ В РАМКАХ ВЫСТАВКИ НА НАШЕМ СТЕНДЕ СОСТОИТСЯ РОЗЫГРЫШ ТРЕХ ИННОВАЦИОННЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ MDO3000. ПОДРОБНОСТИ РОЗЫГРЫША МОЖНО УЗНАТЬ НА САЙТАХ [HTTP://WWW.ARTTOOL.RU](http://www.arttool.ru), [HTTP://RU.TEK.COM](http://ru.tek.com) ИЛИ У НАШИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕЛЕФОНУ +7(495)788-44-44**

## Мебель промышленного назначения марки «Гефесд» (ООО ПО «ГЕФЕСД»)

Гефесд представит новинки и популярные модели промышленной мебели. Основой экспозиции станет современное решение в области индивидуальной эргономики — серия промышленной мебели «Атлант». В основе серии специально разработанный алюминиевый профиль, соответствующий мировым стандартам и позволяющий применять стандартный ряд крепежных элементов. Мебель на алюминиевом профиле сегодня открывает самые широкие возможности по конфигурации рабочего места специалиста. В экспозиции стенда также будут представлены нестандартные изделия, изготовленные по техническим заданиям заказчиков, широкий ассортимент продукции и решений в области промышленной мебели, уже много лет применяемые на предприятиях России.



Мебель серии Атлант

**Анонс описывает только часть программы нашего участия в выставке. Будем рады видеть вас на наших стендах!** 

### КАК ПРОЕХАТЬ НА ВЫСТАВКУ

Станция метро «Мякинино», выходы к павильонам выставочного центра.

На автомобиле: пересечение МКАД (внешняя сторона, 66 км) и Волоколамского шоссе. МВЦ «Крокус Экспо».

### КАК НАС НАЙТИ НА ВЫСТАВКЕ

Павильон №1

Зал 1 Стенд 1A01

Зал 2 Стенды 2C01, 2B01, 2D01, 2C02

### КАК ПОЛУЧИТЬ БИЛЕТ И БЫСТРО ПРОЙТИ РЕГИСТРАЦИЮ НА ВЫСТАВКЕ

Заполните форму в Интернет и распечатайте электронный билет с индивидуальным штрих-кодом. В павильоне у специальной стойки регистрации отметьте электронный билет и пройдите к нашему стенду.



Ссылка на он-лайн регистрацию

### ОТЕЛЬ И ПРОЖИВАНИЕ

По вопросам бронирования гостиницы обращайтесь к нашим партнерам — компании «Эй энд Эй». Тел.: (495) 229-52-87 или (831) 220-08-20, контактное лицо Ирина Рыбакова.



# СКОЛЬКО МОБИЛЬНЫХ МОЖНО ПОДЗАРЯДИТЬ ОТ ОДНОГО ЧЕЛОВЕКА

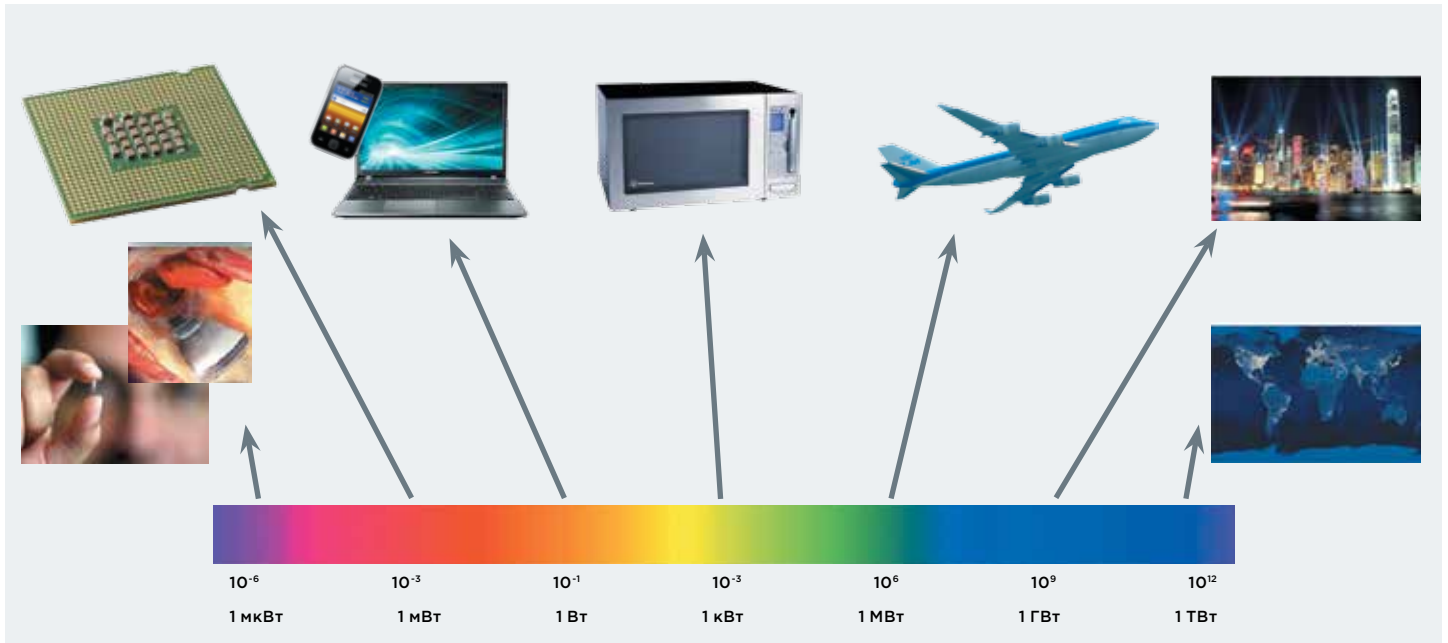


## Часть 1

Текст: **Николай Павлов**

”

Разработки в области электроники и микромеханики, фотоники и медицины движутся в направлении микроминиатюризации и универсальности. И почти все сдерживаются только отсутствием небольшого, надежного и долговечного источника питания. А всегда ли это должна быть батарейка или аккумулятор, не хватит ли энергии, выделяемой, к примеру, человеком или дуновением ветра, пламенем свечи?... За рубежом уже активно предлагаются такие решения и готовые изделия с их применением, давайте рассмотрим основные понятия и технологии на ряде примеров.



1

Оценочная шкала энергопотребления различных устройств и объектов

Energy harvesting (харвестинг) — будущее для зарядки и питания многих устройств. Пока нет общепринятого русского перевода, по смыслу это «сбор энергетического урожая», т.е. получение разнообразной энергии окружающей среды и преобразование её в электрическую для питания разнообразных устройств. На рис 1 представлена оценочная шкала энергопотребления различных устройств и объектов.

Все источники получения энергии можно разделить на четыре больших класса рис 2:

- световая энергия (от солнца);
- тепловая энергия (например, огня);
- энергия, преобразованная от наводимых электромагнитных полей;
- энергия всякого рода движения (ветер, течения, приливы, кручение колес и т.п.).

Для различных типов приборов можно выделить оптимальный источник энергии. К примеру, для автономных датчиков или имплантируемых устройств самым приемлемым в качестве источника питания оказывается движение, поскольку работа фотоэлементов зависит от светового потока, а термоэлементы требуют перепадов температур между частями устройства, что трудно осуществить в миниатюрных приборах. Доступность таких источников энергии позволяет рассчитывать на их широкое применение.

По оценкам, приведенным компанией IDTechEx, доля изделий харвестинга на рынке растет и будет расти в будущем рис 3.



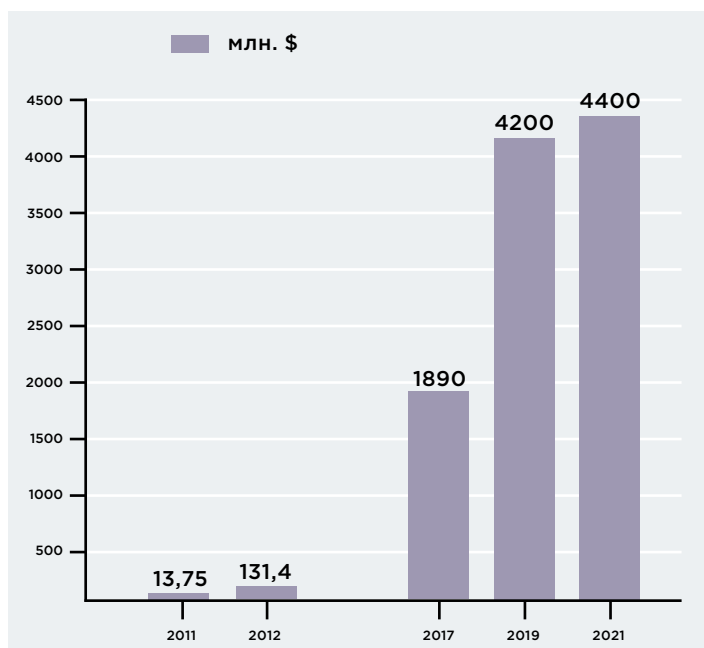
2

Источники получения энергии

Процентное соотношение изделий харвестинга на 2013 год показано на диаграмме рис 4. Из диаграммы видно, что основные применения подобных изделий находят в потребительской электронике, также активно они применяются и в спецтехнике.

Лидером в освоении харвестинга является Европа, за которой следуют Северная Америка и страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Потребляют данные изделия в основном страны Ближнего Востока и Африки.

Рассмотрим изделия, преобразующие энергию каждого класса источников.



3 Текущий и прогнозируемый оборот изделий харвестинга в мире



4 Изделия харвестинга в процентном соотношении на 2013 год

## Световая энергия (энергия солнца)

Солнце — один из бесконечных и бесплатных источников энергии, доступных почти в любом уголке планеты, и именно поэтому человечество пытается использовать эту энергию в своих целях. Разработки в области харвестинга солнечной энергии позволяют надеяться на появление в ближайшее время портативных источников питания для многих применений.

Наиболее простой и понятный пример преобразователя солнечной энергии — это солнечные батареи. Классические и печатные солнечные батареи были описаны в статьях «Новые горизонты солнечной энергетики» в информационном бюллетене «Поверхностный монтаж» № 2 (99), март 2013 и «Какие барьеры преодолеют печатные солнечные элементы» в научно-практическом журнале «Вектор высоких технологий» № 3, октябрь 2013. В данной статье приведу примеры нестандартного размещения солнечных батарей-харвестеров и примеры предлагаемых на рынке изделий, реализующих новые подходы.

Изделия харвестинга, преобразующие солнечную энергию, чаще всего являются нетипичными носителями или структурами солнечных элементов, позволяющими вырабатывать энергию. Например, сделаны попытки встраивания солнечной батареи в ткань. Европейский проект PowerWeave работает над созданием двух типов тканей:

- ткани, преобразующей солнечную энергию в электрическую;

- ткани, способной хранить электрическую энергию.

В дальнейшем их планируется объединить в одну систему, вырабатывающую и хранящую энергию.

Цель разработки — изготовить полотно материи, способное вырабатывать не менее 10 Вт/м<sup>2</sup>. Достижение этого показателя позволит со 100 м<sup>2</sup> материала получать порядка киловатта электроэнергии. С прикладной точки зрения это обеспечит освещение для палатки, тентов и прочих навесов, подзарядку мобильных устройств при размещении на одежде и сумках и т.д. Отдельно следует отметить возможность обшивки такой тканью летательных аппаратов, особенно дирижаблей, аэростатов и воздушных шаров. Это позволит избавиться от дополнительного оборудования, обеспечить высокий уровень автономности и получать энергию «с поверхности» летательного аппарата. Работы по изготовлению «питающей» ткани продолжаются, основным препятствием в реализации проекта оказалась проблема совмещения свойств ткани и энергогенерации, гибкости и устойчивости к внешним воздействиям. Перспективное направление развития таких тканей — изготовление по технологиям печатной электроники.

В данном классе изделий имеются более простые решения, которые позволят в прямом смысле собрать источник энергии любой нужной мощности как конструктор. Немецкая компания Sonnenrepublik пред-

ставила свою разработку Cliss рис 5: набор небольших квадратиков с солнечными батареями, которые как пазл можно объединять в большую структуру. Чем больше структура, тем больше выходной ток. Шесть элементов (квадратов) с такой структурой при ярком солнечном освещении обеспечивают на выходе 1 Вт (210 мА). Стоимость набора составляет 18 евро.

## Тепловая энергия

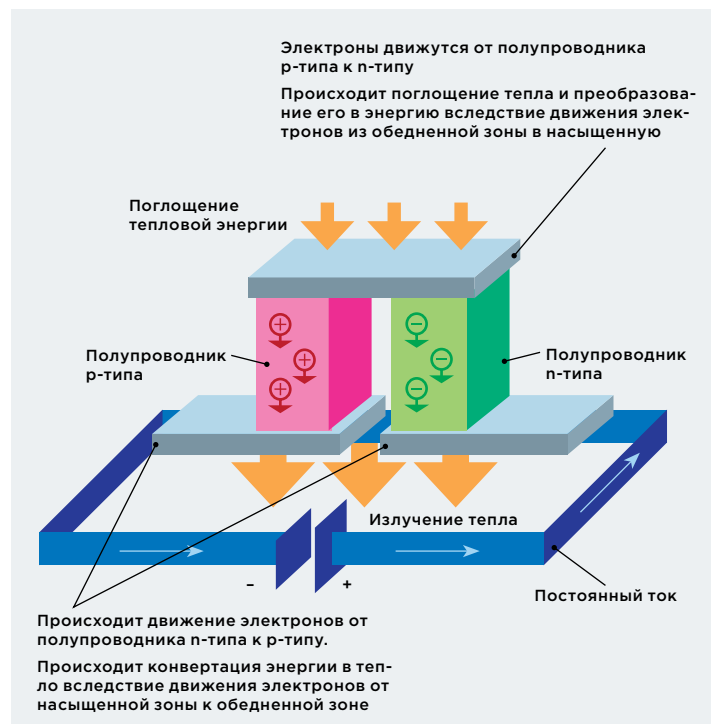
Суть процесса харвестинга с применением тепловой энергии — использование температурного перепада между нагретой и холодной сторонами преобразователя. В качестве источников таких перепадов может выступать не только огонь, но и геотермальные источники, яркое солнце, перепад температуры между человеческим телом и окружающей средой, др. Причем не всегда перепад температуры должен быть большим (зависит от мощности устройства-преобразователя).

Многие фирмы ведут разработки в данном направлении. Принцип получения энергии за счет разницы температур на поверхностях представлен на рис 6. Физика процесса основывается на эффектах Пельтье (термоэлектрическое явление, при котором происходит выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока в месте контакта двух разнородных проводников) и Зеебека (явление возникновения ЭДС в замкнутой электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых разнородных проводников, контакты между которыми имеют различные температуры).

Для поддержания указанных эффектов и получения максимальной энергоотдачи были исследованы различные материалы. На сегодняшний день одним из приоритетных материалов является  $Zn_4Sb_3$  с приемлемым значением термоэлектрической эффективности. Также применяются органические полупроводниковые соединения, пример: комбинация карбоновых nano структурированных тонких пленок и PEDOT:PSS — легированного поли(стирол) сульфоната. Ведутся испытания изделий на оксиде  $CaCo$ , позволяющем получить мощность 40 Вт и стоимость электроэнергии в районе 100 долларов за Вт, к примеру, для использования в походе. В качестве дополнительной иллюстрации возможностей технологии можно рассмотреть разработку фирмы Panasonic, выдающую 7 Вт и помещающуюся в 10-сантиметровую нагреваемую трубку. Фирма KELK создала прибор с коэффициентом преобразования 7,2%, при разнице температур  $2,5^{\circ}C$  модуль размером  $7 \times 7 \times 1$  мм генерирует 100 мкВт, а при  $10^{\circ}C$  — уже 2-3 мВт.



5 Набор небольших квадратиков с солнечными батареями, которые как пазл можно объединять в большую структуру



6 Принцип получения энергии за счет разницы температур на поверхностях<sup>1</sup>



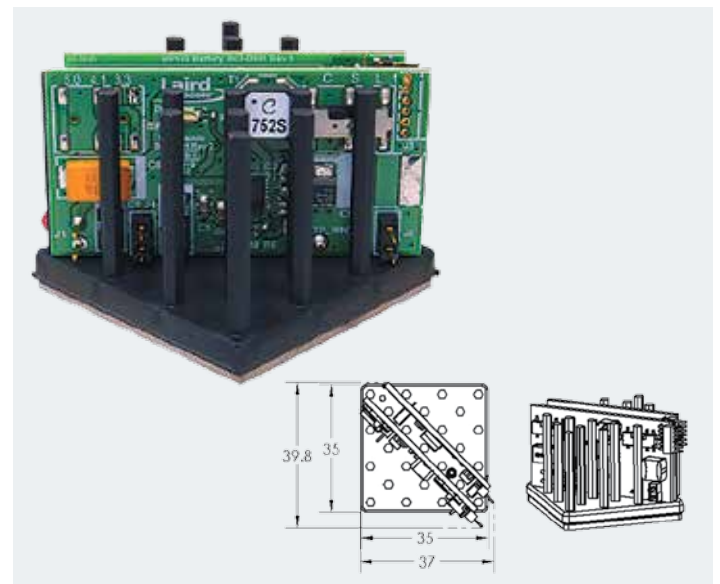
7 Харвестер, вырабатывающий энергию при горении огня: совмещены процессы приготовления пищи на огне и выработки электроэнергии



9 Беспроводной генератор



8 Структура беспроводного генератора энергии WPG-1



10 Генератор WPG-1S

Рассмотрим несколько примеров устройств данного класса и сравним их по габаритам и параметрам эффективности выработки энергии.

Увеличенная термоэффективность устройства, представленного на рис 7, получается при подаче холодной речной воды на одну сторону преобразователя (можно погрузить в воду) и разведении огня внутри устройства.

Разрабатываются и более миниатюрные преобразователи, например группа инженеров из Nextreme Thermal Solutions (Дарем, Северная Каролина) изготовила беспроводной генератор энергии WPG-1 рис 8.

Он способен генерировать постоянное напряжение номиналом 2,2 В, 4,1 В или 5,0 В с нагрузкой в 15 кОм. Размер генератора не больше мяча для гольфа рис 9. Генератор состоит из радиатора-тепловсъемника игольчатого типа, печатной платы, металлической пластины, непосредственно контактирующей с источником тепла, и термоэлектрического генератора напряжения Nextreme eTEG HV56. При разнице температур до 10°C вырабатывается до 1,5 мВт, а при

разнице в 50°C — до 36,5 мВт. Чем больше разница температур, тем больше вырабатывается энергии. Максимальная температура источника тепла может достигать 215°C. Генератор работает на любой ровной нагретой поверхности. Его стоимость составляет порядка 500 долларов.

Ещё одна разработка Nextreme Thermal Solutions — генератор WPG-1S. Он состоит уже из двух печатных плат рис 10 и способен отдавать 200 мВт при 25°C и 3,3 В постоянного напряжения. Максимальная температура источника тепла до 100°C, перепад температур от 15 до 76°C. Стоимость такого устройства находится в пределах 600 долларов.

Одна из первых «прирученных» человеком стихий — огонь, именно с его помощью человек осознал не только преимущества запеченной пищи, но и первую плавку металла и получение керамики, стекла и многих других вещей. Не удивительно, что в наши дни человек ищет альтернативные применения и этому прекрасному явлению.



11  
Цилиндрический генератор  
компании Tellurex



12  
Пример работы tPOD1 от  
свечи, установленной вну-  
три, и от костра, греющего  
его снаружи

Примером генератора, работающего от огня, является разработка tPOD1 компании Tellurex. Цилиндрический генератор оформлен в современном дизайне и представляет собой самостоятельное, абсолютно законченное изделие. В его верхней части имеется USB-разъем для подключения устройств (например, освещения) или кабелей для подзарядки мобильных устройств. В комплекте идет перезаряжаемая батарея, которая может также использоваться в качестве дополнительного источника энергии рис 11.

Преобразующий элемент выполнен из специального материала и расположен таким образом, что источник перепада температур (к примеру, свеча) может находиться как внутри, так и снаружи устройства рис 12.

Такое исполнение позволяет применять генератор в различных условиях: от освещения на даче, до выработки электроэнергии в экстренных ситуациях. Для его стабильной работы достаточно пламени свечи. Стоимость такого прибора — около 112 долларов.

Одним из наиболее миниатюрных приборов данного класса считаются сенсоры, которые работают от перепада температур тела человека/окружающая среда. Например, малоразмерный генератор энергии может быть вшит в рубашку рис 13. Его можно использовать в качестве источника питания для мобильных устройств или для поддержания беспроводных сетей. Разработчики из



13  
Набор генераторов, вшитый в рубашку



Видео с описанием  
работы генератора  
можно посмотреть  
по ссылке

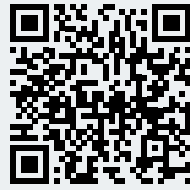
Хольст Центра (Эйнтховен, Голландия) использовали генераторы TEG, каждый из которых может производить до 1 мВт в помещении (со средней температурой 22°C) и до 2 мВт вне помещения. Перспективно применение описанных устройств питания в системах мониторинга жизнедеятельности человека, энергопотребление которых составляет порядка 0,4 мВт.

Изделия харвестинга, работающие от различных источников тепла, смогут найти широкое применение в различных областях жизни. Использование генераторов, работающих от тепла человеческого тела, открывает широкие возможности перед различными портативными системами, потребляющими небольшое количество энергии.

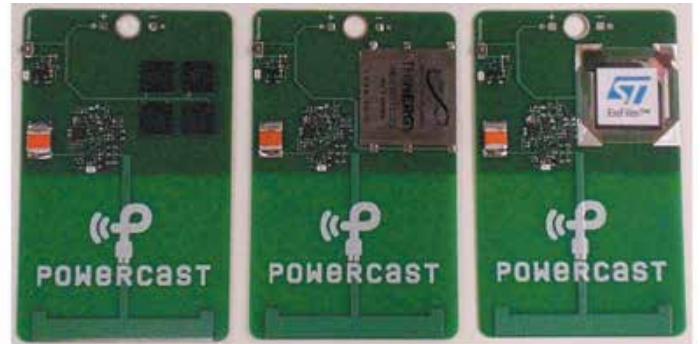


## Энергия, преобразованная от наводимых электромагнитных полей

Третьим направлением харвестинга считается преобразование электромагнитных полей, окружающих нас в повседневной жизни, в электрическую энергию. В 2011 году на выставке Sensors Expo был представлен радиочастотный харвестер для кредитных карт рис 14. Электромагнитная энергия преобразовывалась из радиочастотного сигнала от передатчика на столе.

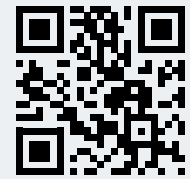


Видеоработы карточек можно посмотреть по ссылке



14 Радиочастотный харвестер для кредитных карт

В 2013 году Дэнис Сигель (Dennis Siegel), студент Университета Искусств (Германия), продемонстрировал энергетический харвестер, заряжающий пальчиковый аккумулятор АА от внешних электромагнитных полей. На рис 15 показаны различные источники приемлемого электромагнитного поля, вплоть до излучения мобильного телефона. На видео по ссылке, видно, что в качестве подобного источника может выступать достаточно мощная техника с электромоторами, например, трамвай или потребительская электроника — ноутбук.



Источники электромагнитного поля



А Использование электромагнитного поля линий электропередач

На лицевой стороне аккумулятора расположен светодиод, отражающий состояние заряда. За счет магнита на обратной стороне прибор можно крепить на металлические поверхности. Правда, по заявлению автора, на подзарядку одного аккумулятора в области трансформаторной подстанции уйдет целый день. Но даже при текущем времени зарядки за счет бесплатного источника энергии и повсеместного распространения это изобретение имеет все шансы получить широкое распространение. Кроме того, схему прибора можно усовершенствовать.



В Харвестеры, развешенные на ограждении у трансформаторной подстанции

Группа разработчиков из Университета Вашингтона изготовила приемопередатчики, источником энергии которых является внешнее поле рис 16. Примечательно, что модули не содержат батарей или аккумуляторов. Технология, которую они назвали «внешнее обратное рассеивание» (ambient backscatter), позволяет осуществлять обмен и хранение информации на устройствах без подключения к электрической сети. Устройства работают по беспроводной технологии и не требуют вмешательства человека. Пока объем передаваемой информации невелик, но есть различные методы его увеличения, вплоть до использования азбуки Морзе.

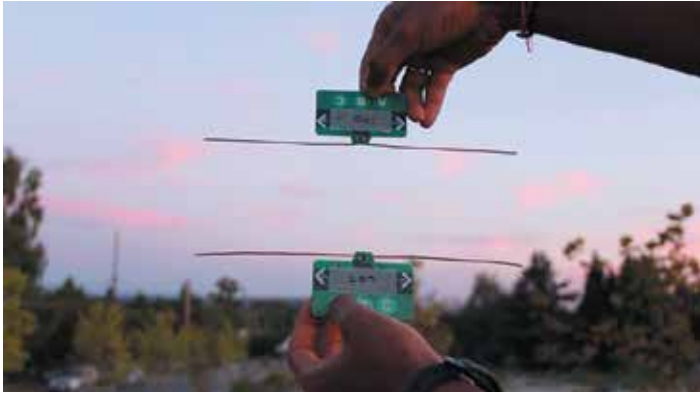


Морзе (видео представлено по ссылке).



С Зарядка аккумулятора от наводимых электромагнитных полей работы мобильного телефона

15 Различные источники приемлемого электромагнитного поля



16 Два приемопередатчика осуществляют обмен информацией, используя в качестве источника энергии внешние поля



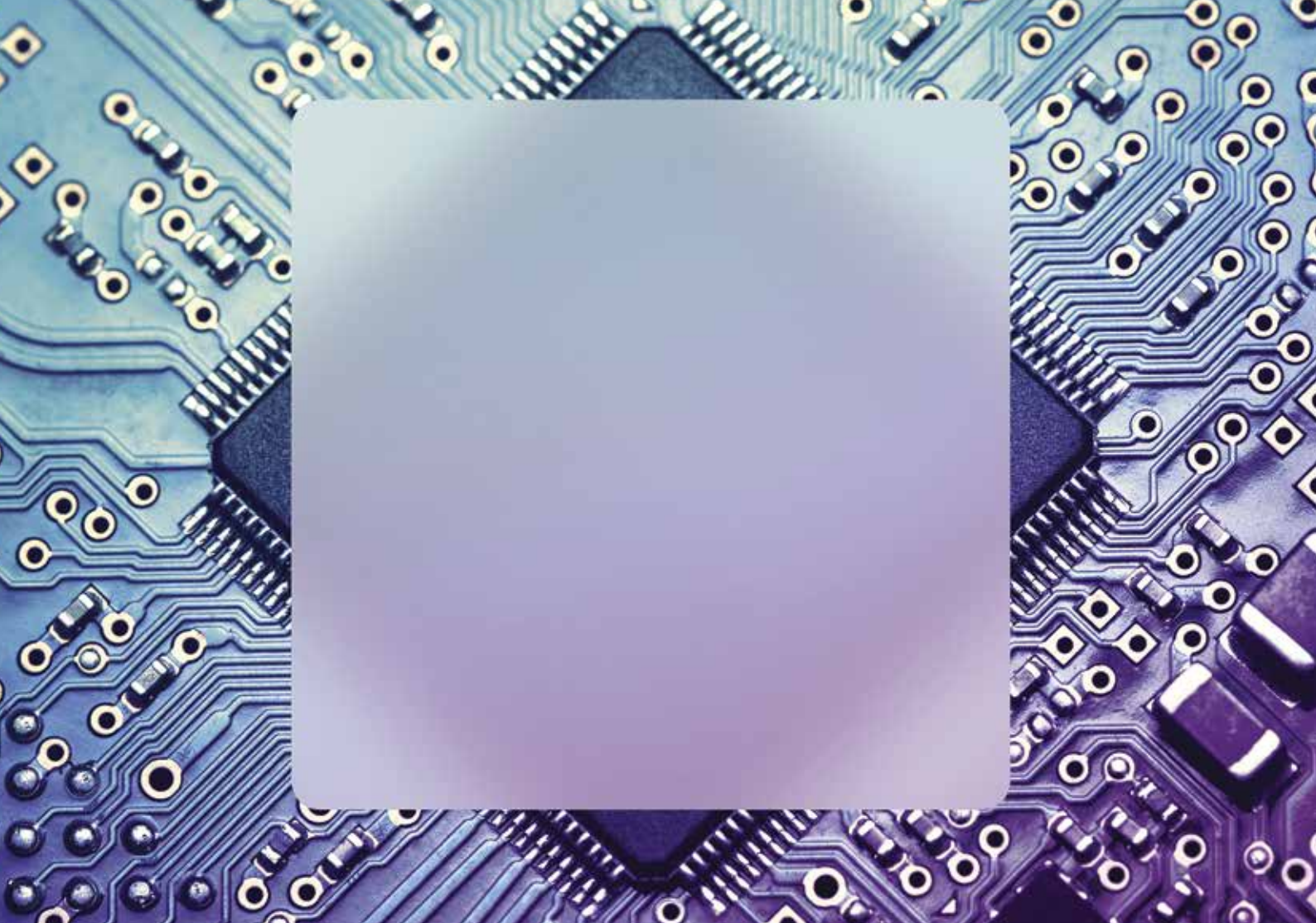
17 Использование приемопередатчика в комплексе с мобильным устройством

Такие приборы могут использоваться для простейших операций в комплексе с мобильными устройствами. Например, если подобное устройство надеть на связку с ключами, а ответную часть использовать в мобильном телефоне, он может оповещать вас, что вы забыли ключи, выходя из дома рис 17. Другое применение — встраивание подобного сенсора в систему кардиомониторинга, при критичном изменении кардиограммы он будет посылать экстренный вызов об ухудшении состоянии пациента.

В современном городе любого человека окружают всевозможные электромагнитные поля, и устройства харвестинга, извлекающие энергию из них, могут упростить процедуру подзарядки различных мобильных портативных приборов. При этом, в отличие от тепловой энергии или энергии движения и солнца, устройства харвестинга на основе электромагнитных волн могут быть выполнены, не нарушая технологии их изготовления и в объеме самих электронных устройств.

ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ

**Многообразие устройств харвестинга не позволяет рассмотреть их все в рамках одной статьи. В следующем номере журнала мы оценим изделия харвестинга, извлекающие энергию из различного рода движения (ветра, приливов и течений, кручения колес и т.п.), а также устройства, работающие «от человека».** ▣



# Видеть сегодня печатные узлы будущего невозможно, но быть способным их инспектировать — необходимо



## Viscom S3088

Универсальная установка АОИ



Алгоритмический подход позволяет осуществлять подготовку программ за минимальное время



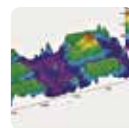
Интуитивный русифицированный интерфейс делает управление доступным для оператора с любым уровнем подготовки



Четыре ортогональных и восемь угловых камер высокого разрешения не пропустят ни один дефект



Инспекция нанесения пасты, качества монтажа компонентов и пайки — в одной системе



Возможность 3D-инспекции печатных узлов



будущее создается

[www.ostec-smt.ru](http://www.ostec-smt.ru)  
ЗАО «Остек-СМТ»  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-smt.ru](mailto:info@ostec-smt.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



# ТЕХНОЛОГИИ

Идеальная равномерность  
химической обработки

поверхности  
печатной платы —

## Streamline.

Технология будущего!



Текст: Семен Хесин



Перед вами стоит вопрос о том, как разместить линии мокрых процессов на небольших производственных площадях и увеличить производительность? Хотите, чтобы на ваших установках мокрых процессов была максимальная равномерность обработки заготовок по всей площади?

Благодаря многолетнему опыту в производстве конвейерных линий, а также в результате исследований потребностей производителей печатных плат фирма Semco спроектировала и изготовила новый тип конвейерных линий на основе новой запатентованной технологии жидкостного движения – Streamline.



1 Внешний вид линии мокрых процессов от компании Cemco

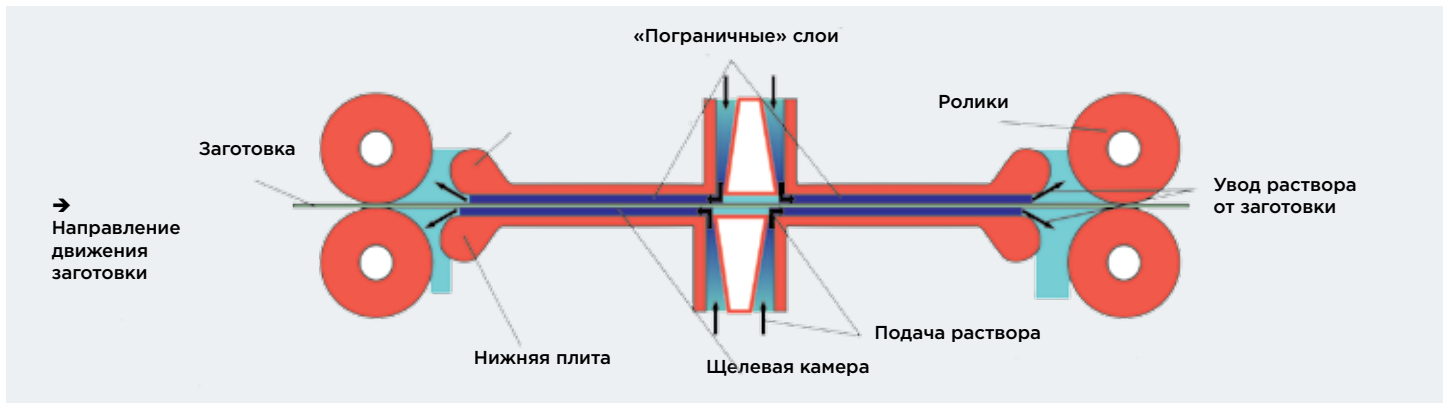
В течение многих десятилетий производители печатных плат использовали горизонтальные роликовые конвейерные линии для перемещения заготовок ПП во время обработки химическими растворами. Развитие конвейерных линий мокрых процессов привело к необходимости обрабатывать всё более тонкие заготовки ПП. В связи с трудностями перемещения и поддержания таких заготовок во время обработки химическими растворами производителям ПП пришлось приобретать два типа линий: одну для толстых и жестких заготовок и другую, более длинную и сложную, для очень тонких или гибких заготовок ПП.

Недавно данный тип оборудования был усовершенствован с целью включения в процесс «погружных» камер для такой обработки поверхности, при которой традиционные форсунки не подходят. Подобная модернизация линий, а также необходимость длительного контакта с раствором для «погружных» процессов удлиняет и усложняет линии данного типа рис 1. Данная статья описывает запатентованную технологию ламинарного жидкостного движения — Streamline,

позволяющую достичь более быстрой и равномерной химической реакции по сравнению с традиционными камерами, метод перемещения и поддержания как тонких, так и толстых заготовок (от 0,1 мм до 3,2 мм без учета меди), а также новые решения в механике и динамике жидкости, способствующие сокращению длины линий и минимизации операционных затрат. Технология Streamline используется в таких линиях как: снятие металлорезиста, подготовка поверхности под нанесение фоторезиста, подготовка поверхности перед прессованием, иммерсионное серебрение, прямая металлизация.

### Камера химических процессов

В традиционных линиях конвейерного типа раствор перекачивается из нижней ёмкости в конвейерную камеру. Раствор обычно циркулирует с потоком примерно равным пяти объемам камеры в минуту через патрубки и форсунки, расположенные между роликами конвейера. Перемещение производится с помощью роликов, для



2 Схематическое изображение двигателя — Streamline на основе технологии жидкостного движения с выделенным ламинарным потоком



3 Внешний вид двигателя — Streamline

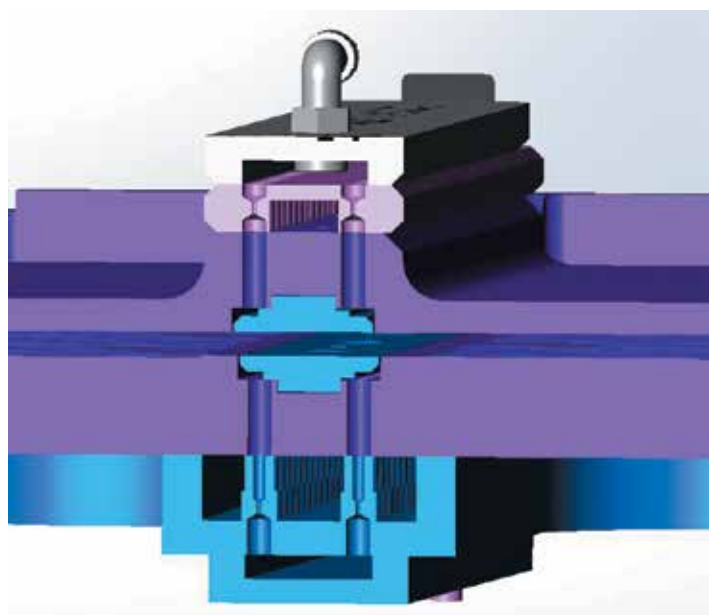
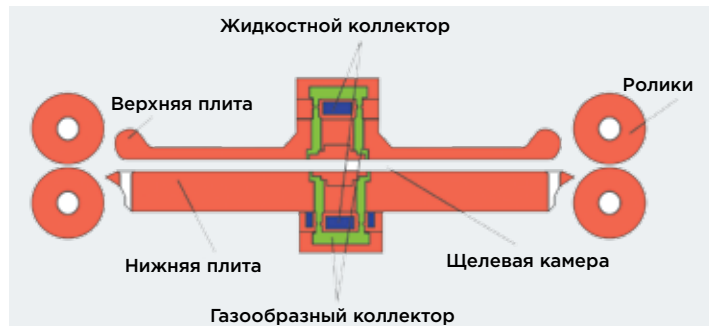


4 Внешний вид двигателя — Streamline — 3D

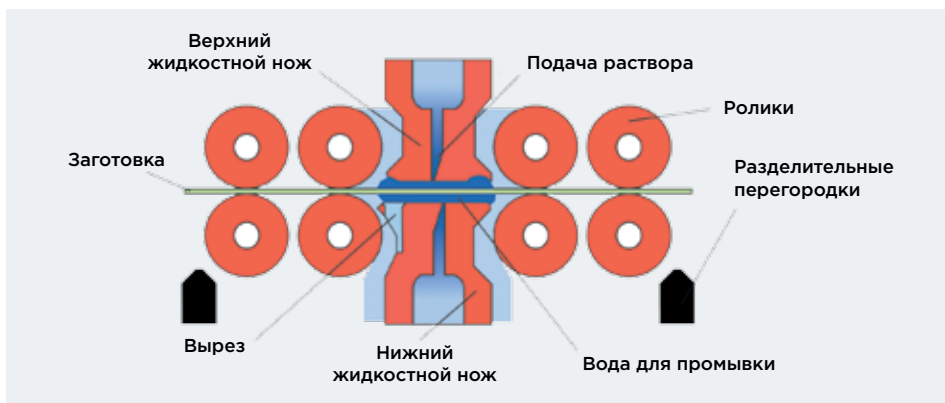
предотвращения чрезмерного маскирования обрабатываемой панели. Такая комбинация форсунок и роликов для перемещения приводит к хаотическим турбулентным зонам в зоне обработки, и как следствие, к неравномерной скорости обработки по площади заготовок.

В противоположность этому в камерах с использованием технологии жидкостного движения Streamline раствор циркулирует с ламинарным потоком равным 100 объемам щелевой рабочей камеры в минуту, что приводит к более равномерным и быстрым реакциям рис 2.

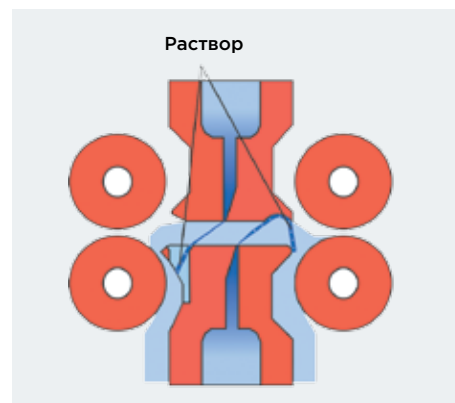
Двигатель, состоящий из двух плит, закрыт с двух сторон для формирования щелевой рабочей камеры (рис 3 и рис 4). На входе в камеру и выходе из нее установлены ролики для захвата жестких или гибких заготовок ПП и проталкивания в рабочую область. Раствор впрыскивается в центре каждой плиты, образуя ламинарный, полностью равномерный поток над всей площадью заготовки, направленный в сторону входа и выхода из камеры. Этот ламинарный поток приводит к устойчивым «пограничным» слоям над и под обрабатываемой заготовкой, помогающим перемещать ее вдоль процессной камеры. Передние и задние кромки плит имеют закругленную форму для обеспечения эффекта Коанда и увода раствора от заготовки в момент входа заготовки в рабочую камеру и выхода из нее.



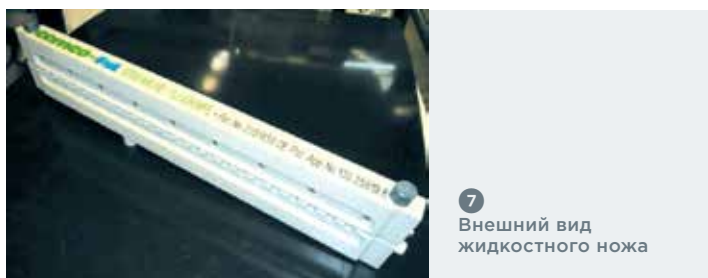
5 Двигатель Streamline с двойной подачей газа и раствора в зону обработки заготовки



6 Схема жидкостного ножа, показывающая прохождение заготовки через него



8 Схема жидкостного ножа, показывающая направление движения жидкости



7 Внешний вид жидкостного ножа



9 Жидкостной нож (3D модель)

## Двигатель Streamline с двойной подачей

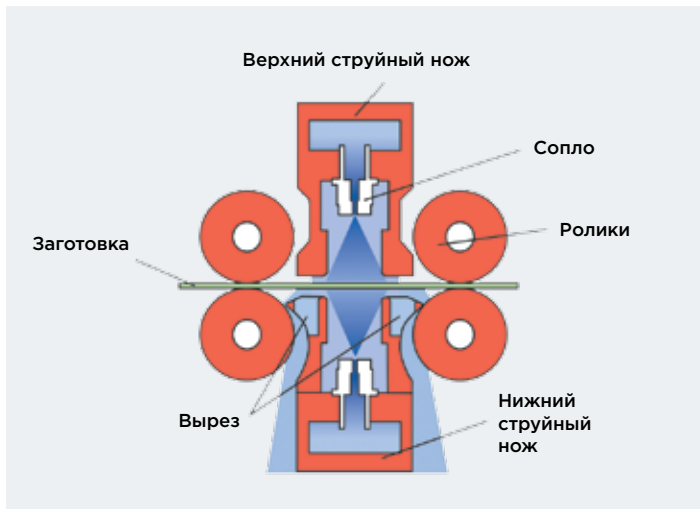
Некоторые химические процессы, необходимые для производства печатных плат, требуют подачи газа для активации химической реакции (обычно кислорода в форме воздуха) в зону контакта заготовки с раствором. Двигатель Streamline с двойной подачей может одновременно подавать газ и раствор при сохранении характеристик, присущих стандартному двигателю — Streamline на основе технологии жидкостного движения.

Конструкция двигателя представлена на рис 5. Газ под давлением подается во внешний газовый коллектор (выделенный зеленым цветом), который отделен от жидкостного коллектора (выделенного синим цветом) мембраной и пористой пластиной. Перед подачей газа на заготовку он пропускается через пористую пластину, смешивается с жидкостью и после этого подается.

## Жидкостной нож

Там, где необходимо удалить раствор с заготовки разбавлением или промыть некоторые элементы заготовок мощной струей жидкости, применяется более короткая версия двигателя Streamline, известная как жидкостной нож (рис 6, 9). Обычно жидкостной нож используется для промывки водой после химического процесса или в качестве предобработки перед химическим процессом.

Для примера: один жидкостной нож выдает поток жидкости до 40 литров в минуту, используя 110 Ваттный насос, по сравнению с традиционной струйной промывкой, выдающей 28 литров в минуту при 750 Ваттном насосе. При этом жидкостной нож требует 170 мм длины конвейера по сравнению с 240 мм для традиционной струйной промывки. Как и в двигателе Streamline перемещение заготовок осуществляется роликами при помощи жидкости, но жидкостной нож имеет конструктивные особенности (вырез в нижнем жидкостном ноже и углубление в верхнем, рис 8, 9), благодаря которым зона ввода и вывода заготовки из модуля короче двигателя Streamline.



10  
Струйный нож



11  
Струйный нож 3D модель — разрез

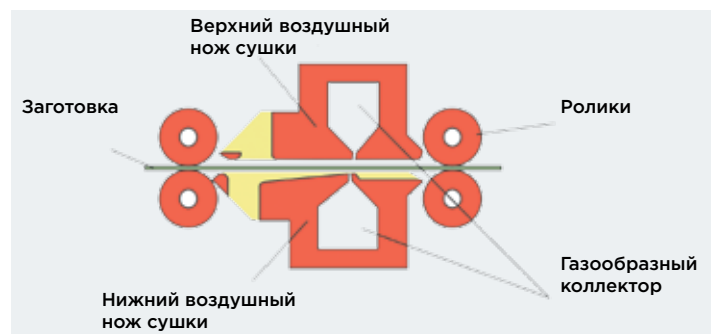
## Струйный нож

Струйный нож подает несколько струй высокой мощности сверху и снизу для удаления (вытеснения) солей, флюсов и других трудно растворяющихся загрязняющих веществ. Верхние и нижние форсунки чередуются как показано на рис 11 (на рис 10 верхние и нижние форсунки намеренно расположены в одной плоскости для наглядности). Входные и выходные кромки имеют скругления для технологичности входа и выхода заготовки. Сливные отверстия (вырезы) в нижней части камеры обеспечивают быстрый слив жидкости, что исключает возможность затопления изоляционных роликов. Струйный нож требует такой же длины, но более мощного насоса по сравнению с жидкостным ножом.

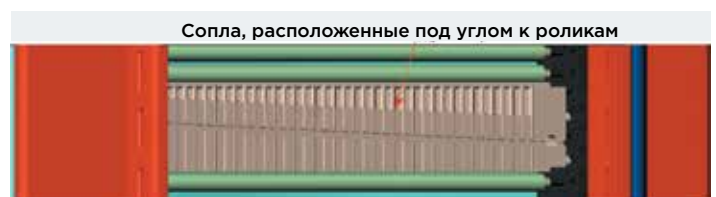
## Сушка с помощью воздушного ножа суши (угловой нож)

Угловой нож для сушки был разработан на основе воздушных ножей, созданных и запатентованных для горячего лужения. Они сконструированы так, чтобы создавалась разница давлений между верхней и нижней частью платы. Каждый нож имеет ряд прорезей в переднем крае, разделенных узкими направляющими панели рис 12.

Вырез нижнего ножа обладает такой формой, чтобы воздух нижней струи быстро уходил еще ниже, создавая низкое давление под заготовкой. Это сниженное давление вытягивает воду из отверстий заготовки до того, как она достигает воздушной струи, и направляет заготовку к нижней части камеры сушки. Сила, созданная разницей давлений на двух сторонах заготовки, так же стабилизирует её положение по отношению к нижнему ножу и его системе направления.



12  
Вид сверху на нож суши

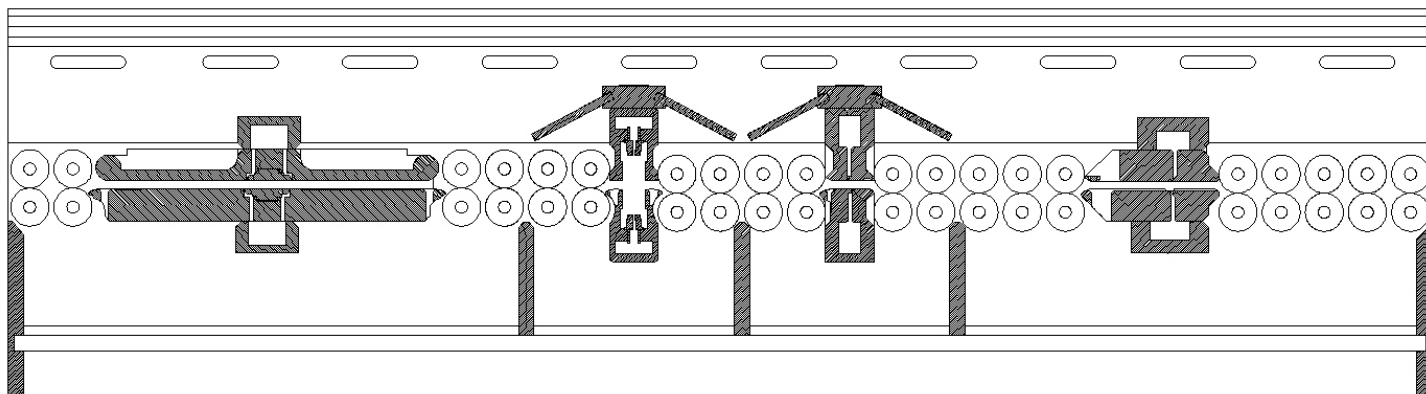


13  
Нож суши (угловой)

Иногда в ранних моделях воздушных ножей при сушке более толстого материала на задней кромке заготовок оставалась вода, несмотря на удаление её с помощью струи воздуха. Как только заготовка освобождалась от воздействия струй, небольшое количество воды с задней кромки возвращалось на её горизонтальную поверхность. И чем толще была заготовка, тем больше жидкости оставалось в этих местах.

Для более эффективной сушки заготовки без вышеописанного дефекта в воздушный нож были внесены конструктивные изменения. Теперь сопла ножа, подающие воздух для сушки, расположены на прямой, находящей под углом к роликам и заготовке рис 13. Благодаря этому





14  
Схема линии без входного и выходного конвейера

жидкость вытесняется к углу заготовки и успешно удаляется как с горизонтальной поверхности заготовки, так и с задних кромок.

По сравнению со струйным ножом, длина которого равна длине двух рядов роликов, воздушный нож сушки требует длины, равной четырём рядам роликов. Перед модулем так же необходимы несколько рядов роликов для предотвращения повышения давления в предыдущих камерах из-за струй воздуха.

### Объединение процессов в линию

рис 14 и рис 15 иллюстрируют простую горизонтальную линию обработки с использованием технологии жидкостного движения. Первая секция — химический процесс с использованием двигателя — Streamline. За ним — секция очистки, состоящая из струйного ножа, обдающего струями высокой мощности, и из жидкостного ножа в качестве финальной промывки. Завершающая секция — воздушный нож сушки. Каждая секция мокрых процессов отделена от соседней специальными изоляционными перегородками, которые позволяют раствору, вытекающему из модуля, попадать в соответствующий поддон для рециркуляции.


### Ключевые преимущества линий мокрых процессов компании Setco на основе новой запатентованной технологии жидкостного движения — Streamline

- Более быстрая и равномерная химическая обработка по сравнению с традиционными линиями благодаря высокоэффективной, бесконтактной технологии жидкостного движения — Streamline.
- Принципиальное отсутствие полос на заготовках ПП и слоев от конвейерных роликов.
- Минимальная занимаемая площадь (линии требуют почти вдвое меньше места по сравнению с традиционными).



15  
3D модель линии мокрых процессов от компании Setco

**Эффект Коанда** — физическое явление, названное в честь румынского учёного Анри Коанды, который в 1932 году обнаружил, что струя жидкости, вытекающая из сопла, стремится отклониться по направлению к стенке и при определенных условиях прилипает к ней. Это объясняется тем, что боковая стенка препятствует свободному поступлению воздуха с одной стороны струи, создавая в зоне пониженного давления. Аналогично и поведение струи газа. На основе этого эффекта строится одна из ветвей пневмоники (струйной автоматики).

- Малое энерго- и водопотребление.
- Малый расход раствора и объем баков.
- Минии не требуют обслуживания сзади и могут быть установлены вплотную к стене. Удобство технического обслуживания.
- Системы автодозирования рабочих растворов (опция).
- Эффективная конструкция промывки (технологии жидкостного и струйного ножей).
- Высокоэффективная сушка и влагоудаление без отжимных валов.
- Деликатная и аккуратная обработка поверхности. 

# КАЧЕСТВО

# ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА для решения личных и организационных проблем

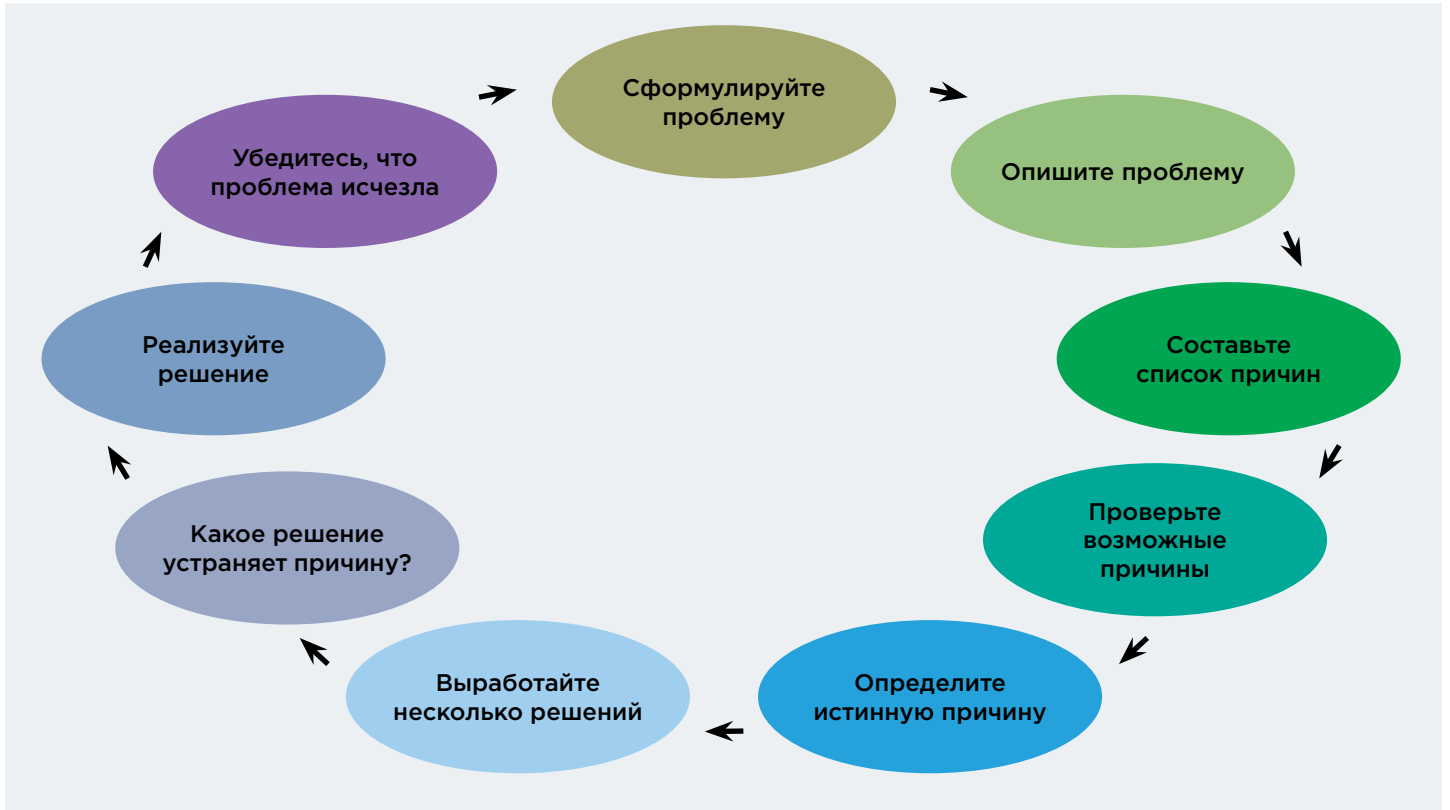


Текст: Наталья Фролова

Любая деятельность связана с решением разнообразных проблем. Как личные, так и организационные проблемы устраняются быстро и просто, если применять к ним определенный подход. В методологии менеджмента качества большое внимание уделяется методам решения проблем, поскольку с их помощью можно постоянно улучшать показатели результативности и эффективности бизнеса, а также удовлетворять своего потребителя.

На сегодняшний день насчитывается около 100 методов менеджмента качества (МК), которые условно можно разделить на методы управления, аналитические методы, методы генерации идей, методы сбора и анализа данных. Такой популярный для специалистов по качеству источник информации как ASQ (сообщество, специализирующееся на вопросах качества, [www.asq.org](http://www.asq.org)) рекомендует применять методы МК не только для организаций, но и для решения личных проблем, установления личных целей и анализа их достижения.

Рассмотрим универсальный алгоритм решения проблемы и несколько несложных методов МК, получивших широкое распространение в Группе компаний Остек.



1 Цикл решения проблемы

Последовательное решение любой проблемы можно представить в виде повторяемого процесса, состоящего из девяти шагов рис 1.

Первые два шага в этом цикле связаны с необходимостью определить саму проблему. Эти шаги являются ключевыми для дальнейшего поиска верного решения.

На данном этапе следует сформулировать проблему и четко, в нескольких предложениях, описать суть ситуации. Для этого необходимо обратиться к нескольким источникам информации: например, материалам опросов потребителей, их жалобам, данным об эффективности процесса, обсудить возникшую ситуацию со всеми задействованными подразделениями.

Для конкретизации проблемы можно порекомендовать использовать простой, но эффективный метод «семи W». Основная идея метода заключается в том, чтобы задать ряд вопросов к проблеме, уточняющих её суть рис 2. Все эти вопросы на английском языке начинаются с «W»: кто (who), что (what), где (where), когда (when), с чем (what ... with), каким образом (what way) и в какой степени (to what extent).



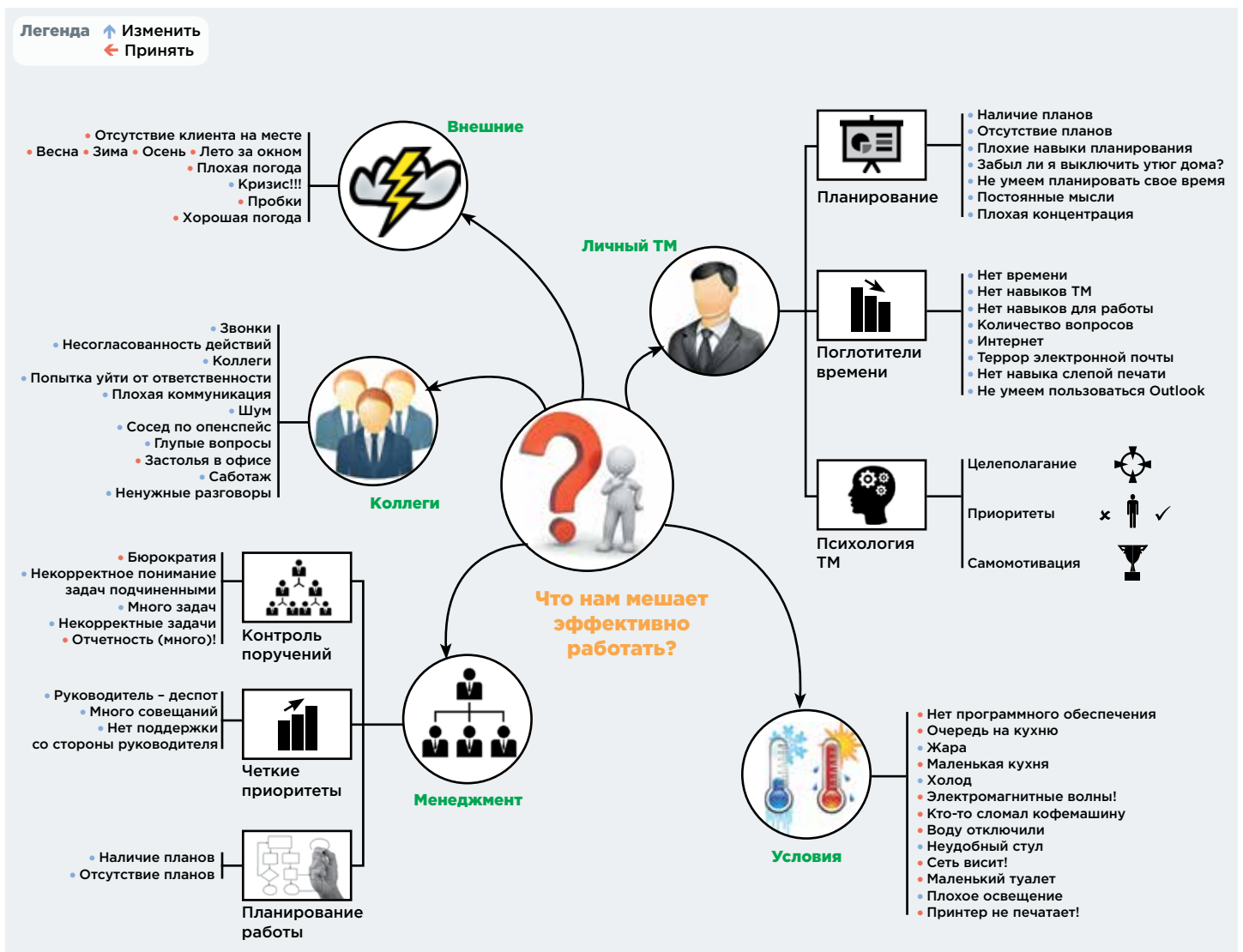
2 Метод 7W

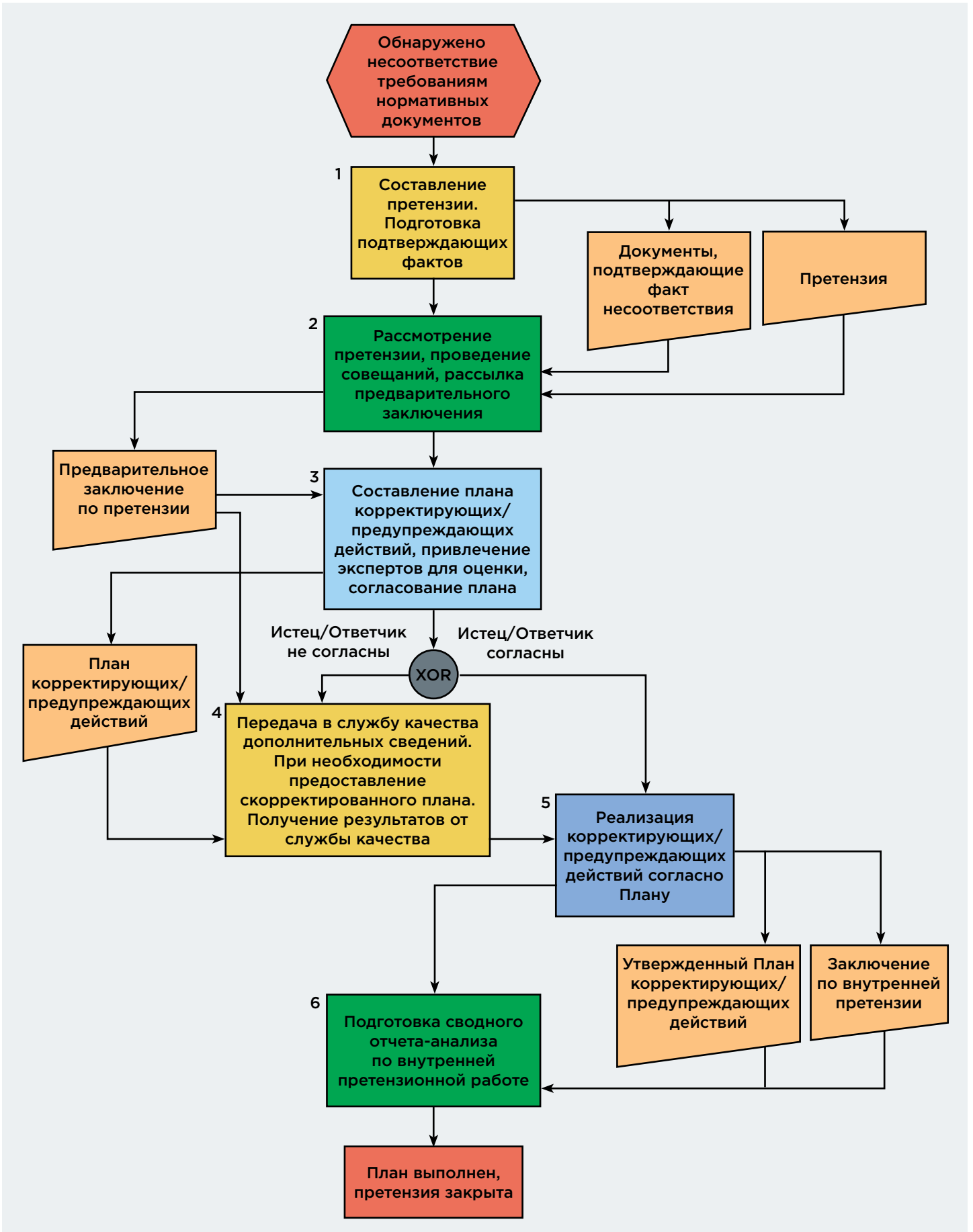
Собрав всю информацию при помощи уточняющих вопросов, необходимо определить масштабы проблемы, сформулировать её как можно более четко и описать желаемую конечную цель улучшений. Если проблема сформулирована неточно, предложенные решения могут оказаться неэффективными. В то же время четкая формулировка проблемы позволяет выявить её особенности, определить последствия, обратить внимание на разницу между тем, что есть и тем, как должно быть, а кроме того, предполагает общую оценку проблемы (как часто она возникает, какие масштабы принимает, когда это происходит и т.п.).

Сформулировав проблему, необходимо переходить к её описанию. Следует обсудить проблему с теми, у кого она возникла, проанализировать ситуацию и все связанные с ней аспекты. Для анализа составляющих проблемы рекомендуется составление mind-карт (интеллект-карт, рис 3). На интеллект-картах можно представить про-

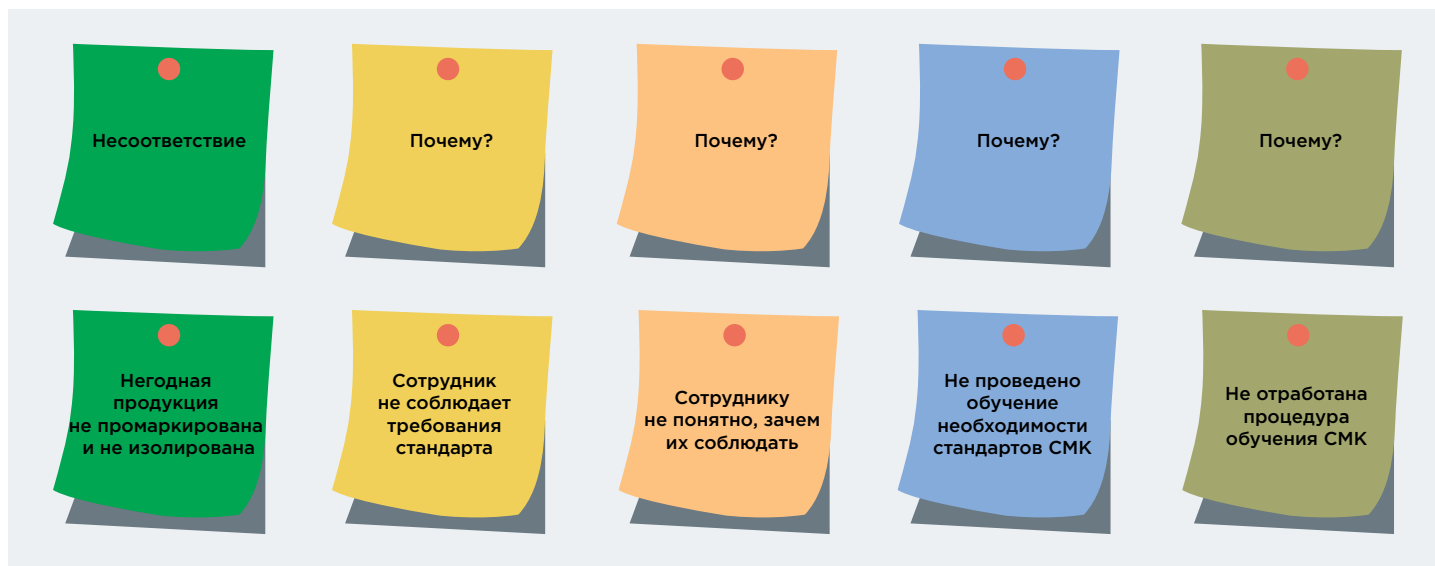
блему с различных сторон, сгруппировать все значимые признаки и систематизировать их описание. Составление интеллект-карт является отдельной большой темой, с принципами и примерами их построения можно ознакомиться в интернете (например, на [Rumapping.ru](http://Rumapping.ru)). Одной из наиболее мощных и удобных программ для построения mind-карт является MindJet, также можно использовать XMind, Microsoft Visio и другие программы. За неимением указанных программ всегда можно воспользоваться листом бумаги и карандашом.

Чтобы окончательно сформулировать проблему и приступить к её решению, важно описать процесс, в котором возникли трудности. Этапы процесса от поступления ресурсов до выхода готовой продукции (услуги) удобнее всего представить в виде блок-схемы. Формат представления может быть самым разным: от простых блоков до описания в рамках специализированных EPC и IDEF стандартов рис 4.





4 Блок-схема процесса претензионной работы



5

Применение метода «5 почему»

Блок-схема процесса должна соответствовать определенным требованиям:

- структура бизнес-процесса должна обеспечивать достижение цели с наименьшими затратами;
- однотипные процедуры должны выполняться по единой схеме;
- результат основных этапов процессов должен быть ясным и измеряемым;
- выполнение функций не должно дублироваться;
- для каждого значимого этапа процесса должен быть определен ответственный за его результат;
- ответственность исполнителя за результат должна быть адекватна его полномочиям;
- количество точек контроля должно обеспечивать качество результата, но не быть избыточным;
- исполнитель должен быть обеспечен всеми ресурсами (полномочиями, информацией), необходимыми для выполнения его функций.

После описания проблемы приступаем к анализу причин её возникновения. Причины не всегда лежат на поверхности, и одним из самых эффективных методов их определения является метод «5 почему». Для поиска первопричины предлагается задавать вопрос «почему?» до тех пор, пока не удастся докопаться до корневой причины, пять итераций – число условное.

Например, выявлена проблема: некачественная продукция не была промаркирована как «брак» и хранится вместе с годной продукцией. Проанализируем причину проблемы рис 5:

Ответы на вопросы «почему» не должны уводить от сути решения проблемы. На практике очень важно перепроверять каждый ответ, оценивая, остается ли проблема в зоне нашего влияния, сможем ли мы в дальнейшем предложить пути для её устранения.

Используя данный метод, можно столкнуться со следующими трудностями:

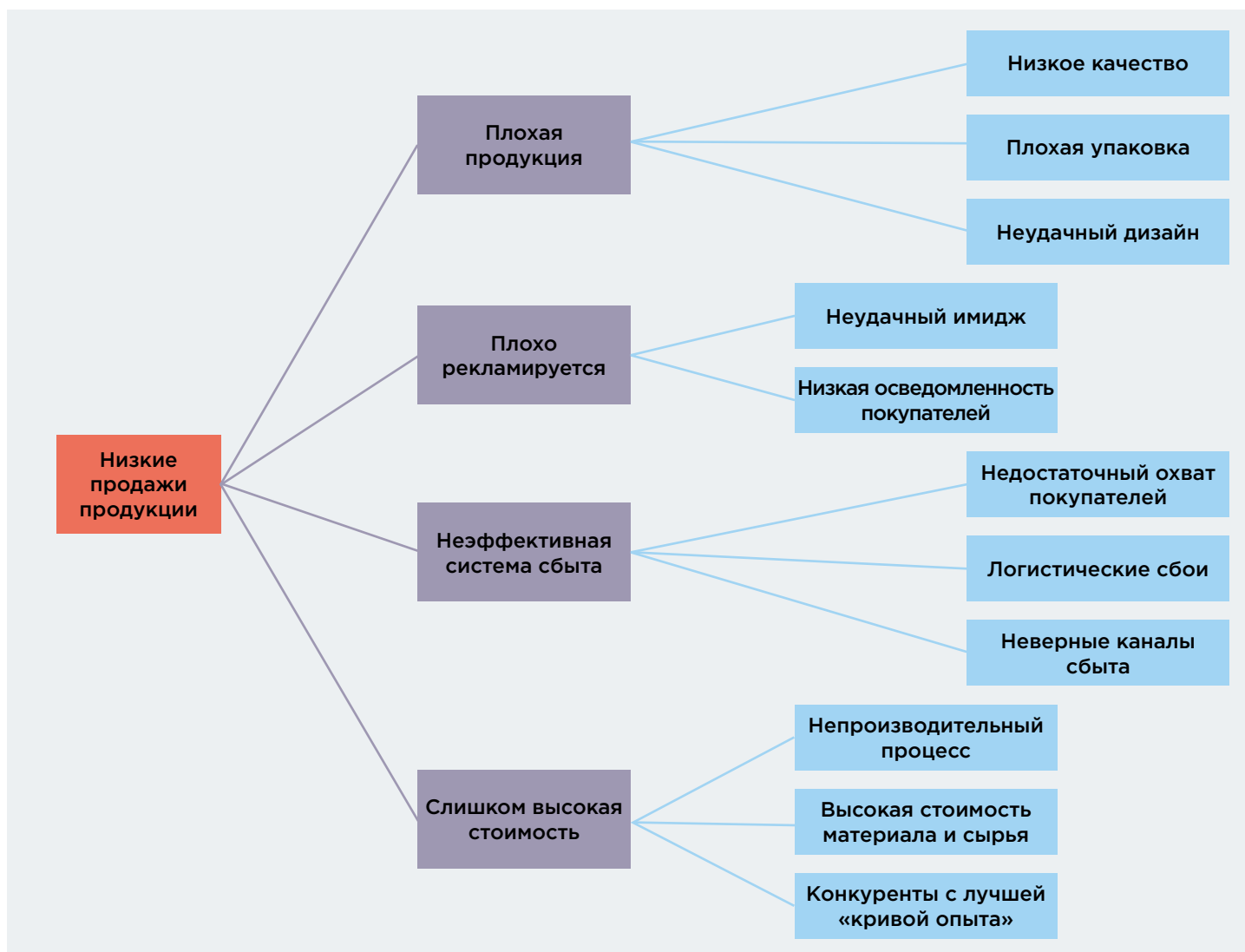
- первопричина носит системный характер, а её устранение требует значительных ресурсов и перестроения системы управления;
- причин проблемы несколько.

В случае системных, глубинных проблем, нужно «разделить слона на стейки и съесть его по частям»: составить долгосрочный план действий, выделить основные вехи и промежуточные результаты, которые необходимо получить для устранения проблемы. Затем приступить к реализации плана с обязательным контролем его исполнения по вехам и анализом динамики устранения первопричины проблемы.

Если причин несколько и выделение коренной причины не является тривиальной задачей, воспользуемся диаграммой «почему-почему» рис 6. Цель диаграммы – систематизировать найденные причины данной проблемы и выбрать из них наиболее вероятную.

Следующий шаг – выработка нескольких решений, выбор из них того, которое устранит коренную причину проблемы, его реализация. Используя данные, полученные на предыдущем этапе, проводится «мозговой штурм» и формируется перечень возможных решений. Нужно оценить их и выбрать оптимальное – которое дает наибольшие шансы на успех и лучше всего подходит в данных обстоятельствах. Для оценки и выбора подходящего решения помогут mind-карты или диаграмма сродства рис 7.

Диаграмма сродства – метод группировки множества аналогичных или взаимосвязанных идей, генерированных в ходе мозгового штурма. Этот метод применяется, с одной стороны, чтобы упорядочить множество идей на основе существующих между ними связей, а с другой,



6  
Метод «почему-почему»

когда необходимо стимулировать коллективное творчество в процессе «мозгового штурма».

Для оценки результативности разработанного решения предлагается использовать анализ силового поля – метод управления, применяемый для диагностирования ситуаций. В любой ситуации (для любого решения) есть как движущие, так и сдерживающие силы. Движущие силы способствуют развитию процесса в определенном направлении, например, влияние руководства, материальное поощрение и конкуренция. Примерами сил, которые мешают переменам, могут служить апатия и враждебность.

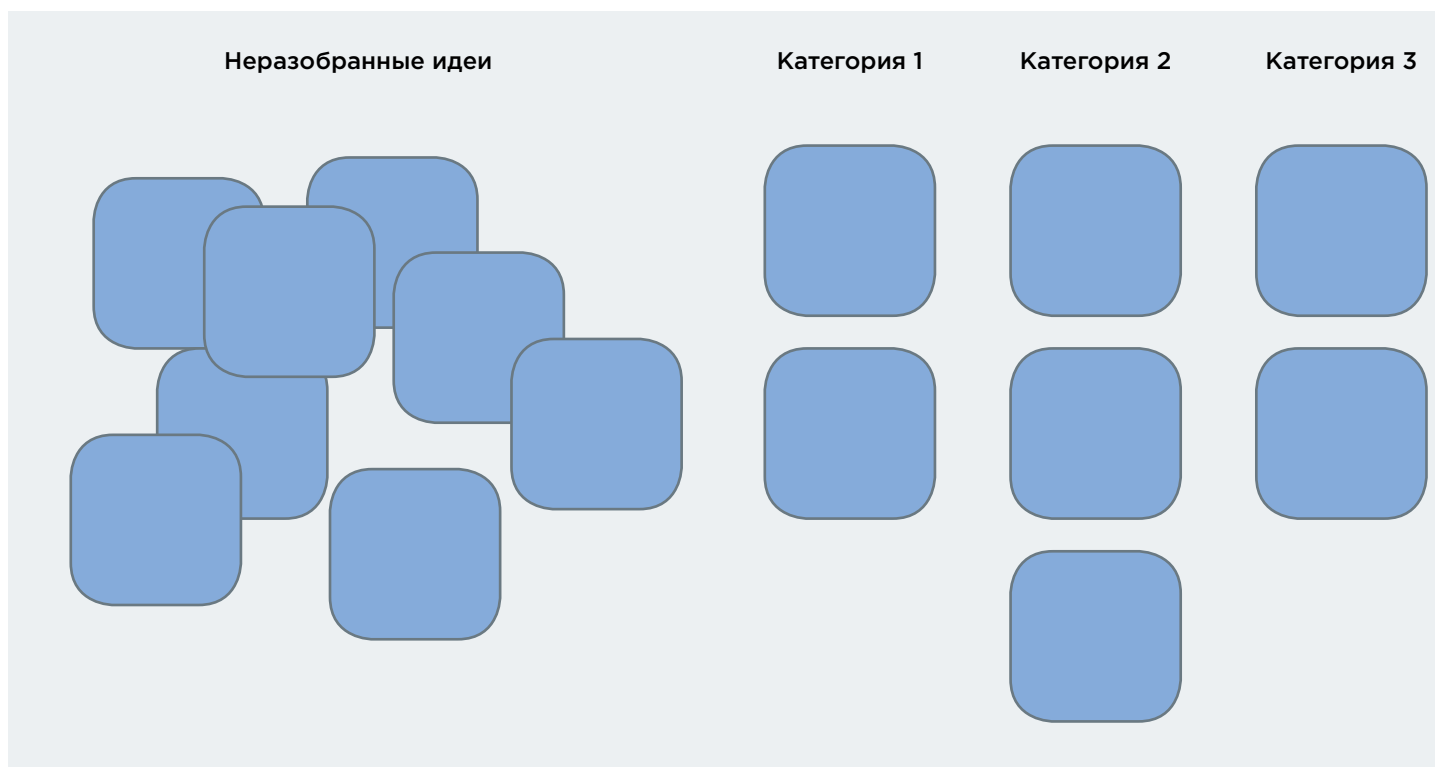
Этот метод полезен при изучении тенденций, от которых зависит успех реализации программы изменений. Он позволяет проанализировать все силы рис 8, которые выступают «за» и «против» перемен, оценить каждую силу и решить, не следует ли вообще отказаться от своего плана. Проведя такой анализ,

вы сможете продумать меры по поддержке тех сил, которые способствуют переменам, и по ослаблению негативных влияний.

Последовательность шагов при проведении анализа силового поля такова:

- перечислите в одной колонке все силы, поддерживающие перемены, а в другой – все силы, противодействующие переменам;
- оцените каждую силу в баллах – от 1 (слабая) до 5 (сильная);
- постройте диаграмму, показывающую соотношение сил, выступающих «за» перемены и «против»;
- продумайте меры, которые могли бы изменить соотношение действующих сил.

Допустим, необходимо решить, следует ли установить на заводе новое оборудование. Чтобы провести анализ силового поля, нарисуйте схему, аналогичную изображенной на рисунке.



7

Принцип формирования Диаграммы сродства

Исходя из полученных результатов можно предложить изменения в первоначальный план:

- обучив персонал (что увеличит затраты на 1 балл), вы сможете уменьшить страх перед новой технологией (на 2 балла);
- нужно показать персоналу, что перемены необходимы для выживания компании (новая сила «за», +2 балла);
- нужно продемонстрировать персоналу, что новые машины сделают работу более интересной и разнообразной (новая сила, + 1 балл);
- в связи с ростом производительности труда можно повысить зарплату (затраты + 1 балл, сокращение сверхурочных -2 балла);
- можно установить экологичные машины для предотвращения загрязнения окружающей среды (воздействие на окружающую среду -1 балл).

Эти поправки к плану изменили бы соотношение сил с 11:10 (против плана) до 13:8 (в пользу плана)

Тщательно спланируйте свои действия в рамках предлагаемого решения, учтите все возможные последствия и затем обеспечьте его выполнение. Необходимо довести информацию о выбранном решении до всех заинтересованных сторон, разъяснить все имеющиеся планы, разработать процедуры, выявить потенциальные препятствия для их осуществления, учесть все необходимые ресурсы, а также определить потребность в обучении.

Цель последнего шага в цикле решения проблемы – удостовериться, что проблема действительно исчезла. На этом этапе проводят измерения и выясняют, решена ли проблема окончательно или она только уменьшилась в масштабе. Здесь помогут разнообразные статистические методы менеджмента качества (график протекания процесса, гистограмма плотности распределения, диаграмма Парето, контрольный листок и другие классические приёмы).

На данном этапе также определяют, выполнены ли требования клиентов. Если оказывается, что не удалось удовлетворить их требования, это может означать, что выбрано неверное решение или проблема была сформулирована неправильно и (или) неправильно установлена её причина. В таком случае цикл решения проблемы необходимо повторить с самого начала.

Если внедренное решение устранило проблему или уменьшило её масштабы, то процесс необходимо стандартизировать: новый порядок действий можно регламентировать и оформить документально, а их описание включить в перечень стандартных процедур. Необходимо также позаботиться о том, чтобы все сотрудники, которых это касается, понимали и использовали указанные процедуры однозначно. Цель такой стандартизации – интегрировать новый процесс в повседневную деятельность и не допустить, чтобы организация вернулась к старым методам работы.






8

Анализ силового поля

**Большинство из нас поставили себе определенные цели на год, месяц или просто начали новую жизнь с понедельника. Сформулированные цели содержат устранение каких-либо проблем или улучшение определенной сферы жизни. К сожалению, часто наши обещания самим себе не сбываются. Приведенные выше инструменты менеджмента качества позволят проанализировать, почему наши цели достигнуты не полностью, а также дадут возможность выработать рекомендации: что необходимо сделать, чтобы получить желаемый результат.**

Методы МК позволяют руководителям организаций и специалистам в максимально короткое время решить задачи улучшения качества процессов, продукции и услуг. Все методы управления качеством тесно взаимосвязаны и используются менеджментом для обеспечения оптимальных результатов при достижении целей организации. Помимо этого, методы МК являются универсальными инструментами, позволяющими улучшать различные аспекты как бизнеса, так и

личной жизни. В статье описаны простые популярные методы МК, которые без дополнительной предварительной подготовки можно использовать для решения проблем. Однако полезных инструментов в менеджменте качества гораздо больше, познакомиться с их описанием и особенностями применения можно в книге 100 methods of Total Quality Management, под авторством Gopal K. Kanjiand, Mike Asher; а также на сайте [www.asq.org](http://www.asq.org). 

# Преимущества трехмерной компьютерной томографии для контроля размерного соответствия изделий

Текст: **Артем Василенко, Степан Румянцев**



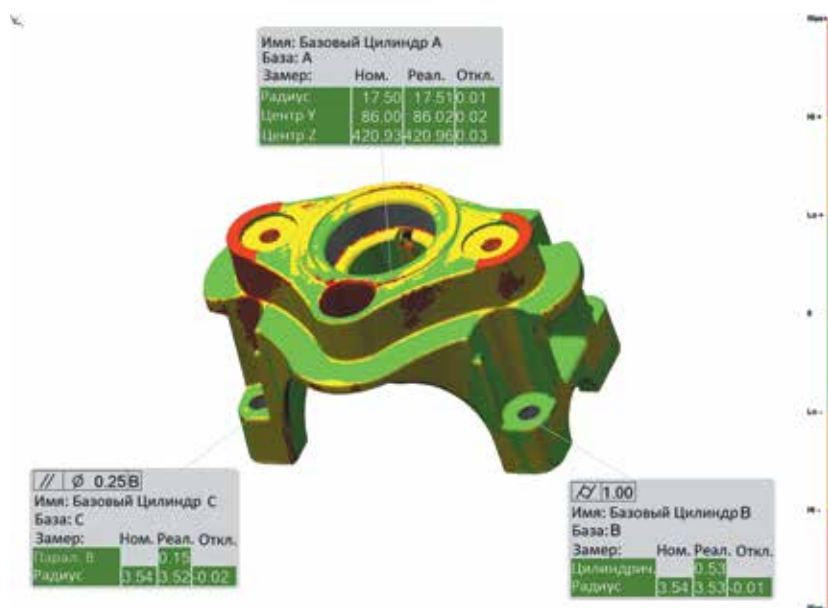
Непрерывное развитие компьютерной томографии (КТ) привело к гигантскому скачку, и теперь, в дополнение к широко распространенному сегодня применению КТ высокого разрешения для контроля качества, эта технология может быть использована в качестве метода измерений геометрических параметров. 3D метрология, использующая КТ, позволяет проводить неразрушающие измерения деталей из пластмасс и легких сплавов, которые из-за их сложной внутренней структуры было невозможно инспектировать и измерять классическими методами.

В статье приведены реальные примеры с производства автокомпонентов. Эти примеры хорошо иллюстрируют выгоду в экономии времени и денежных средств, которая является результатом использования автоматизированных процедур КТ-измерений, ставших частью непрерывного процесса контроля качества деталей и отладки технологии.

КТ позволяет получить полную трехмерную карту образца для неразрушающих 3D измерений и дефектоскопии изделий и сборок, которые не могут быть проинспектированы при помощи других методов из-за сложной внутренней геометрии. Данная технология имеет мно-

жество дополнительных применений помимо неразрушающего контроля, например: оптимизация и снижение затрат времени на разработку и запуск процесса выборочного контроля, сравнение изделий с конструкторской документацией, а также обратное проектирование, при котором полученные объемные КТ-данные могут быть переведены в конструкторскую документацию.

Сканирование – это съемка серии 2D рентгеновских проекций: образец помещается на прецизионный манипулятор и во время сканирования поворачивается на 360°. Качество исходных данных и, соответственно, точность всех последующих оценок КТ моделей после цифровой



1 Сравнение номинального и действительного объема и измерение трех цилиндрических отверстий в PolyWorks для алюминиевой детали, отлитой под давлением, сканированной с помощью компьютерного томографа GE phoenix v|tome|x m300

компьютерной реконструкции очень сильно зависят от четкости рентгеновских изображений. Четкость изображений, в свою очередь, в значительной мере зависит от размера фокального пятна источника рентгеновского излучения и разрешения детектора, а также от точности и стабильности системы манипуляции. Поэтому можно сказать: чем качественней КТ система выполняет съемку проекций, тем точнее будет выполнена задача по определению геометрических размеров. Именно поэтому не каждая томографическая система может являться метрологической.

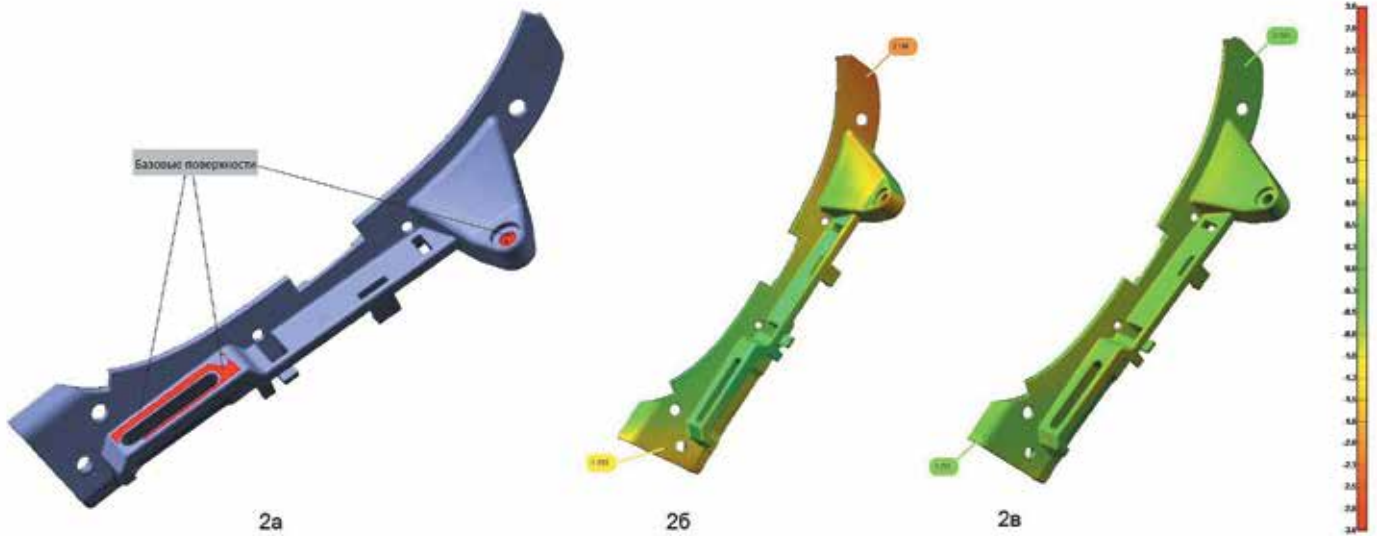
Помимо стабильной конструкции системы, адаптированной для метрологической инспекции изделий, ключом к успешным измерениям являются правильная интерпретация и обработка данных, за которые отвечает программный комплекс, включающий все необходимые программные модули повышения качества сканирования и реконструкции.

Последовательность процесса инспекции может быть полностью автоматизирована с помощью соответствующих модулей. Это уменьшает не только время обработки, но и влияние пользователя на результаты КТ, что в итоге дает лучшую повторяемость. Процесс нужно

запрограммировать всего один раз для каждой серии одинаковых деталей, и тогда процедура сканирования и реконструкции будет полностью автоматизирована, включая оптимизацию объема и извлечение поверхности. Благодаря автоматическому запуску программного обеспечения для 3D метрологии, например, VG StudioMax от Volume Graphics или PolyWorks Inspector™ от InnovMetric Software Inc., отчет об инспекции будет доступен менее чем через час от начала сканирования.

## Эффективное 3D измерение виртуальной детали

Существенное преимущество томографии – способность проводить быстрые визуальные проверки, используя сравнения номинального и действительного значения рис 1. Например, как часть инспекционной программы, готовая деталь может быть быстро и легко проанализирована на соответствие критическим функциональным размерам и требованиям формы. Эта функция экономит время и денежные средства во многих областях примене-



2

Поверхности базирования на пластиковом фиксирующем рельсе (2а). Симулированная коррекция базирования (2в) показывает, что размерное соответствие детали лучше, чем предложенное изначально сравнение номинального/действительного объемов (2б - базирование в соответствии с RPS (относительной системой позиционирования))

ния, где требуется точность, характерная для массовой координатно-измерительной технологии.

Программные комплексы для работы с КТ моделями предлагают функции анализа поверхности из многоугольников, генерируемой из облака точек, полученного в результате сканирования и реконструкции КТ.

Сравнение поверхностей, например, можно показать непосредственно на модели из многоугольников и/или САПР-модели в виде псевдо-цветного изображения, на котором отклонения видны невооруженным глазом. Для более детального анализа в определенных выбранных точках на САПР-модели пользователю дается точное значение отклонения от номинального размера.

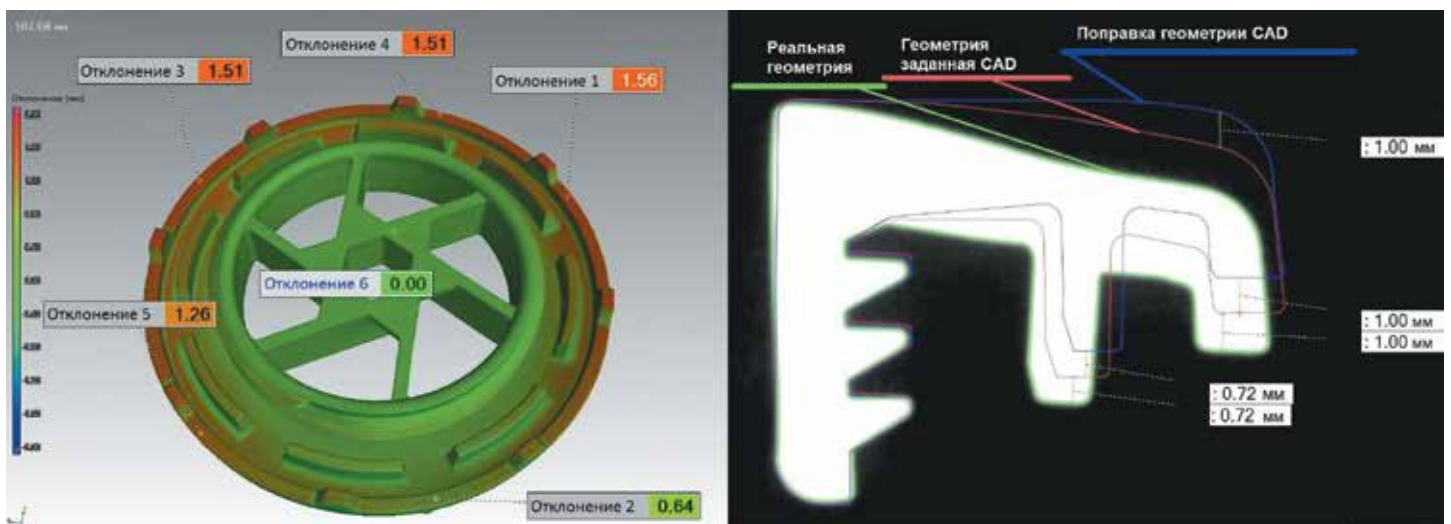
Помимо сравнений номинальных и действительных геометрических параметров можно провести проставление геометрических размеров и расчет допусков. Пользователь также может выбирать различные методы сравнения и цветовые гаммы, чтобы показать двухмер-

ное отклонение полигональной модели от исходной САПР-модели на цветовой карте.

Автоматизированные процессы, доступные в разных программных комплексах, значительно упрощают и ускоряют проведение метрологических работ благодаря функции серии измерений со статистическим анализом и макросами.

Функция автоматического обновления проекта означает, что каждое изменение параметра сразу же используется для базирования, измерения, сравнения, формирования отчета. А каждое измерение можно настроить с необходимыми параметрами и затем повторить нужное количество раз, что обеспечивает значительную экономию времени и средств.

Рассмотрим применение рентгеновской компьютерной томографии для контроля и отладки технологических процессов в литейном производстве на примере работ немецкой компании F. & G. Nachtel GmbH & Co. KG.



3

Сравнение номинального/действительного объема четко показывает деформацию в наружной части кольца с резьбой

## Эффективное использование КТ для контроля и корректировки технологии литья под давлением

Корректировка технологии в литейном производстве заключается в отладке режимов и параметров технологического процесса и доводке инструмента для повышения качества и геометрического соответствия. Выводы о необходимости вмешательства в технологию должны приниматься на основании объективных данных координатных измерений и дефектоскопии того или иного изделия.

Nachtel работает в направлении обработки пластмасс. В головном офисе заняты 40 сотрудников, которые работают со всеми технологиями в области литья под давлением и конструирования инструмента и форм. Как пионер промышленного применения КТ, Nachtel также предлагает услуги, относящиеся к контролю качества деталей и сборных узлов на основе КТ.

Компания выгодно использует преимущества применения промышленного томографа phoenix|x-ray от GE Measurement & Control, обладает большим профессиональным опытом в проектировании инструмента, изготовлении форм и литье под давлением. Nachtel применяет компьютерную томографию для контроля качества пластиковых деталей и доводки инструмента; для контроля качества деталей и сборных узлов на установке phoenix|x-ray v|tome|x L от GE.

Рассмотрим два примера, которые показывают, как использование КТ позволяет значительно увеличить производительность на Nachtel GmbH.

### БЫСТРЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ МЕТОДИК БАЗИРОВАНИЯ

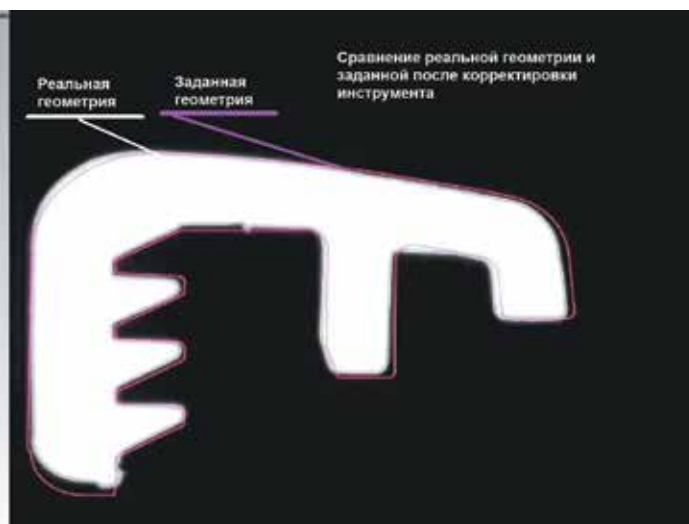
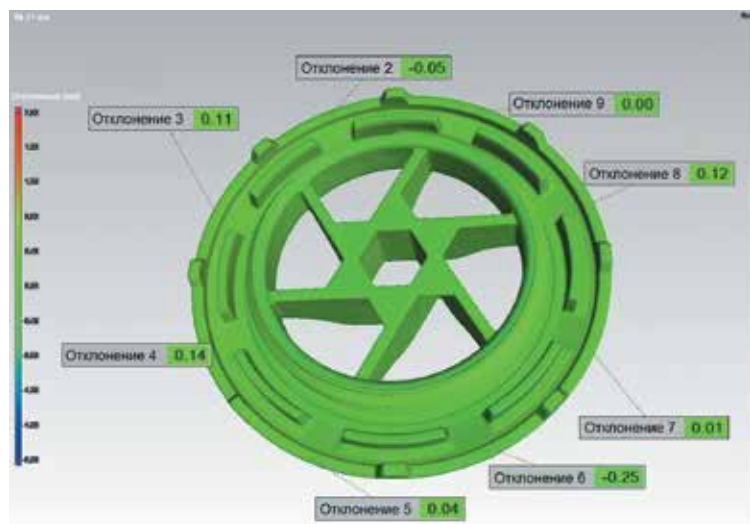
Сложные пластиковые детали часто контролируются на отклонение геометрических размеров и допусков в сочетании с базированием RPS (относительная си-

стема позиционирования). С пластмассовыми компонентами, форма которых часто отличается от идеальных спецификаций КД из-за эффектов коробления, эта процедура нередко приводит к неправильному толкованию и неправильным выводам перед проведением корректировки инструмента. Это наглядно демонстрируют пластиковые компоненты, показанные на рис 2. Минимальные отклонения в базовых поверхностях, которые определены в чертеже рис 2а, говорят о том, что геометрические размеры явно превышают допуски рис 2б, что может поставить под угрозу работоспособность детали. Тем не менее, хорошие рабочие характеристики образца в реальности, и положительный результат функциональных тестов противоречат этому. Симулированное изменение базирования рис 2в подтвердило, что размерное соответствие детали находится на очень хорошем уровне.

В данном случае необходимо отметить, что в отличие от КТ координатно-измерительные машины показывают результат измерений только в виде таблицы. Это означает, что можно неправильно интерпретировать размерные соответствия детали, а значит неверно судить о ее годности.

По сравнению с технологией лазерного сканирования, использование КТ обеспечивает полное восстановление описания геометрии, а следовательно, могут быть проверены различные методы базирования.

В приведенном выше примере удалось предотвратить трудоемкий, дорогостоящий и ненужный процесс корректировки литейного инструмента стоимостью около € 6000. Вместо этого потребовалось всего 4 часа и € 750 на услуги по проведению компьютерной томографии, чтобы проверить и оценить изделие.



4

КТ сканирование подтверждает успешность корректировки инструмента уже после одного цикла доводки

### КОРРЕКТИРОВКА ИНСТРУМЕНТА

Сравнение номинального/действительного объема детали кольцо с резьбой рис 3 показывает хорошее соответствие изделия в области резьбы. Однако на внешнем краю детали заметны значительные отклонения от геометрии в конструкторской документации. Эти деформации вызывают проблемы во время сборки, поэтому в данном случае необходима доводка инструмента. КТ инспекция, вместо трудно интерпретируемых индивидуальных измерений, производимых классической координатно-измерительной технологией, дает производителю немедленный доступ к информации и припускам, требуемым для корректировки литейной формы. Скорректированный инструмент был готов через 4 часа. Повторное КТ сканирование после одного цикла доводки литейной формы подтвердило успешность действий по корректировке рис 4.

Приведенные результаты демонстрируют огромный потенциал компьютерной томографии для контроля качества пластиковых деталей. Система компьютерной томографии phoenix v|tome|x L от GE рис 5, позволяет анализировать размеры деталей до Ø400x1200 мм и проводить неразрушающий контроль деталей из легких сплавов, отлитых под давлением. Компания предлагает инспекцию и аттестацию деталей и сборок в комбинации с 3D метрологией и неразрушающим контролем изделий.



Учитывая приведенные примеры, можно сделать вывод, что промышленная компьютерная томография является важным инструментом для повышения качества изделий, ускорения отладки технологии и расширения базы для научно-исследовательских работ.

Во многих случаях КТ является самым информативным способом неразрушающего контроля, так как предоставляет достоверную информацию о внутреннем объеме изделия и снижает до минимума субъективность в толковании результатов.

Выявление брака на любой стадии производства позволяет отсеивать негодные заготовки, детали или узлы до механической обработки или сборки и не терять впустую драгоценные человеко- и машино-часы. Отладка технологии, основанная на объективных результатах неразрушающего контроля, в свою очередь, увеличивает выход годных изделий, а значит – производительность и прибыльность.

Компьютерная томография – это отличный инструмент для работы с поставщиками и заказчиками благодаря формируемому отчетам с результатами неразрушающего контроля и метрологии, которые могут служить официальными документами при решении спорных вопросов.

Подводя итог вышеизложенному, можно с уверенностью утверждать, что системы КТ от GE Measurement & Control являются мощным инструментом для проведения координатных измерений, позволяющих пользователям быстрее, эффективнее и с большой точностью решать привычные прикладные задачи из области обработки материалов. ▢

ПО МАТЕРИАЛАМ СТАТЬИ S. HACHTEL, H.-P. DUWE, O. BRUNKE 'COMPONENT QUALIFICATION AND TOOL ERROR CORRECTION IN LIGHT METAL AND PLASTIC INJECTION MOULDING: THE BENEFITS OF HIGHLY AUTOMATED 3D COMPUTED TOMOGRAPHY'

5

С системой КТ phoenix v|tome|x L от GE, Hachtel GmbH предлагает клиентам широкий спектр услуг, основанных на КТ



# Видеть сегодня печатные узлы будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИИ их сборки — необходимо**



## Paraquda

Сверхгибкий автомат установки компонентов и нанесения паяльной пасты



Встроенный каплеустановочный дозатор для прецизионного нанесения паяльной пасты и клея



Возможность выбора как конвейерного, так и неконвейерного исполнения, допускающего установку широкого диапазона питателей со всех сторон автомата



Программное обеспечение ePlace на базе сенсорного дисплея, упрощающее работу с ним и ускоряющее подготовку рабочих программ



Две или четыре головки, способные устанавливать компоненты с размерами от чипа 01005 до 80×70×25 мм и микросхемы с шагом выводов до 0,3 мм



Измерение электрических параметров компонентов перед установкой, позволяющее исключить из сборки компоненты, несоответствующие требованиям



будущее создается

[www.ostec-smt.ru](http://www.ostec-smt.ru)  
ЗАО «Остек-СМТ»  
(495) 788 44 44  
[info@ostec-smt.ru](mailto:info@ostec-smt.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)



# ОПТИМИЗАЦИЯ

# Автоматизация

## электронных производств

с помощью аппаратно-программного комплекса

## Омега-Остек



Текст: **Дмитрий Ублинский**

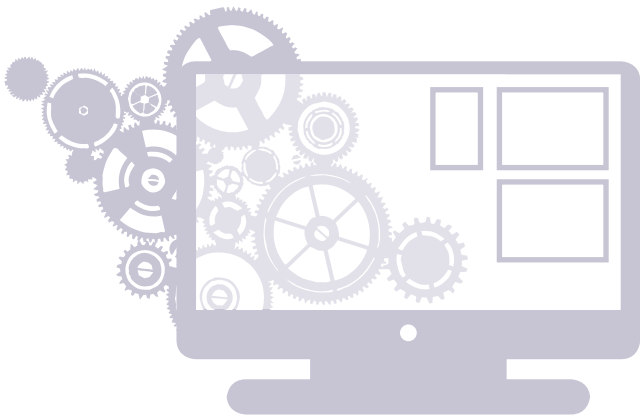
Современное производственное предприятие представляет собой самый сложный конгломерат из систем автоматизированного управления разных уровней — от простейших настольных приборов до систем управления организацией. Я не случайно упомянул термин «конгломерат» — сочетание разнородных компонентов. Задача объединения этих компонентов в единое целое — залог эффективной работы предприятия, но... в полной мере она практически невыполнима. Можно говорить только о степени приближения к некоторой идеальной модели. Более того, само построение этой идеальной модели (индивидуальной для каждого предприятия) — задача очень сложная и трудоемкая.

Вот поэтому в наш век тотальной информатизации внедрение решений для управления производством происходит так медленно и болезненно, требует больших усилий как со стороны руководства предприятий, так и со стороны работников производств. Но цели, достигнутые в результате этих внедрений, безусловно, оправдывают все материальные и моральные издержки.

Аппаратно-программный комплекс (далее — АПК) Омега-Остек — это современная система управления производством, обеспечивающая выпуск продукции по заданной технологии и предоставляющая оперативную информацию о ходе производственного процесса в виде, необходимом для принятия оперативных решений.



**В наш век тотальной информатизации внедрение решений для управления производством проходит медленно и болезненно, требует больших усилий как со стороны руководства предприятий, так и со стороны работников производств. Но цели, достигнутые в результате этих внедрений, безусловно, оправдывают все материальные и моральные издержки.**



### **Кто владеет информацией — тот владеет миром или Зачем это надо?**

Сегодняшний день — время информационных технологий, которые присутствуют на каждом шагу. Объем окружающей нас информации стремительно растет с каждым днем. Производство — это сфера, в которой информационные технологии традиционно опережали «бытовые» и по сложности структуры, и по использованию технических решений. Почему? Объем и скорость изменения информации в производственном процессе настолько велики, что их невозможно эффективно и своевременно обрабатывать «вручную». А обрабатывать и сохранять эту информацию крайне важно. Любое управленческое решение основывается на информации о ходе того процесса, которым управляют.

Когда мы говорим об автоматизации управления на уровне производственного участка (цеха), план выпуска и сроки выполнения уже определены. Это задачи внутрицехового оперативно-производственного планирования в «советской» терминологии. Рассмотрим кратко несколько типичных управленческих ситуаций этого уровня.

### **Ритмично работающее серийное производство**

Производственные мощности загружены, объем производства растет, встает задача оптимизации производственного процесса с целью снижения себестоимости выпускаемой продукции. Эта оптимизация касается правильного распределения работ для сокращения простоев, повышения производительности труда, уменьшения объемов незавершенного производства, а также эффективного использования имеющихся комплектующих и материалов. Здесь большой объем оперативной информации обусловлен размером партий изделий, а цена своевременного принятого решения высока за счет высокого темпа выпуска.

### **Контрактное производство**

Это случай серийного производства, отличающийся большой номенклатурой и широким спектром контрагентов. Кроме того, здесь зачастую используются давальческие комплектующие и материалы. Управленческие задачи, как правило, концентрируются на составлении очереди заказов, ее синхронизации с планируемой загрузкой производства и поступлением комплектующих. Специфика также требует недопущения незавершенного производства и складской учет в разрезе принадлежности товарно-материальных ценностей (ТМЦ) разным контрагентам. Немаловажным фактором (с финансовой точки зрения) является соблюдение сроков выполнения договорных обязательств, что увеличивает стоимость принятого решения.

## Неритмичный характер заказов и выпуск изделий небольшими партиями

Характеризуется низкой загруженностью мощностей, большой незавершенностью производства из-за проблем с поставками и неглубокой технологической проработкой производственного процесса. В этом случае также имеет место медленная оборачиваемость средств и большие сверхнормативные запасы комплектующих и материалов. Происходит «размывание» ТМЦ по всей технологической цепочке на длительный срок. Это создает сложности с их учетом и определением степени технологической завершенности. Если неритмичность вызвана внешними (не зависящими от производства) причинами, задачи управления сводятся к снижению потерь от негативных факторов — продуманное временное планирование и правильный выбор приоритетных на данный момент работ, тщательный контроль соответствия документации, контроль сроков годности сырья и т.п.

## Мелкосерийное или единичное производство с особыми требованиями к качеству изделий

Здесь к проблемам из предыдущего примера еще добавляются дополнительные технологические и финансовые издержки, вызванные специфическими требованиями заказчиков. Резко возрастают требования к соблюдению технологии. Каждое выпускаемое изделие требует наличия технологического паспорта. Большой объем оперативной информации при таком типе производства вызывается необходимостью фиксации мельчайших подробностей технологического процесса, причем это касается не только формальных технологических требований, но и фактических параметров, собранных в процессе производства. Также возникает задача их объективного сопоставления. Задачи управления требуют четкого понимания, какое изделие, на каком этапе производства в данный момент находится и куда поступит в ближайшее время, а также анализа всех выявленных на данный момент несоответствий.

Кроме того, для любого типа производства актуальны задачи повышения качества продукции, личной ответственности работников и контроля технологической дисциплины.

Перечень вышеизложенных задач и формирует основные функциональные требования к информационной системе, которая может (и должна) помочь в их решении. Каковы эти требования?

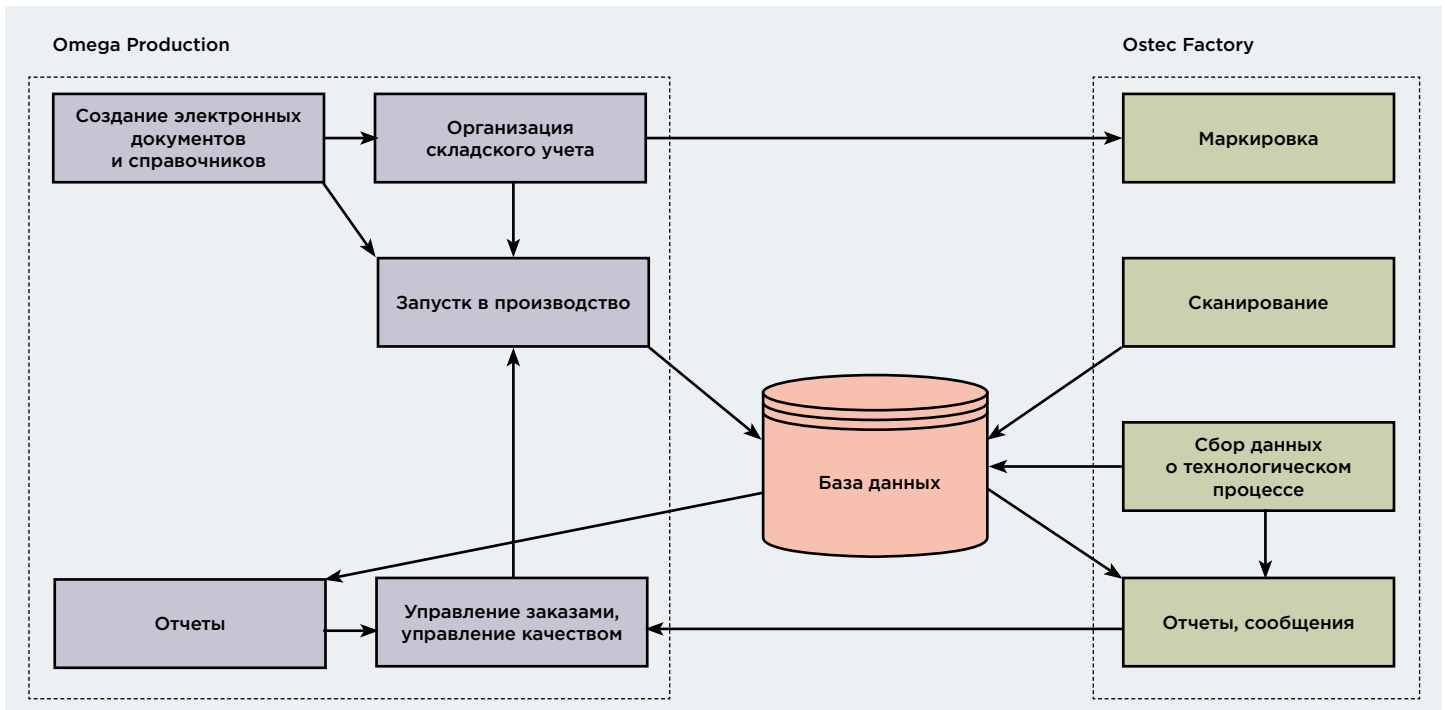
- Формирование всех исходных технологических данных и производственной документации в электронном виде (электронный документооборот). В системе должны быть определены форматы и содержание документов, правила проверки и утверждения электронных документов, разделы справочников.

Используемый способ документирования должен правильно описывать объекты и процессы. Должна поддерживаться система архивного хранения и преемственности при проведении ревизий документов.

- Фиксация основных (идеально — всех) действий в производственном процессе по каждому изделию и их соотношение с требованиями (идентификация и прослеживаемость). Это задача объединения всех участников (машин и людей) в единый производственный механизм, управляемый информационной системой из единого центра. Должны сохраняться не только конечные данные, но и вся история их изменений. Кроме того, фиксируемые данные должны быть достоверны и актуальны, то есть фиксация должна осуществляться без участия человека (в идеале) и в реальном времени: событие произошло — информация поступила в систему. Собранная информация должна сохраняться на протяжении всего жизненного цикла изделия.
- Имеющиеся в системе данные должны постоянно обрабатываться и выдаваться в заранее определенном формате (предоставление информации для принятия решений): в виде отчетов и сообщений. Отчеты представляют собой структурированную информацию в том или ином разрезе, например, диаграмма дефектности по всем изделиям одного наименования. Они необходимы для оценки производственного процесса и принятия оперативных организационных решений. Сообщения служат для оперативного отражения работы самой системы или выдачи предупреждений по ходу технологического процесса (например, применение недопустимого режима обработки). Сообщения должны давать сигнал для незамедлительного вмешательства в процесс с целью недопущения дальнейшего негативного развития событий. Механизм формирования отчетов и сообщений должен быть достаточно гибким и соответствовать потребностям конкретного производства.
- Система должна обеспечивать передачу данных в смежные системы управления производством или принимать из них данные (информационный обмен с другими системами). Все современные информационные системы, как правило, имеют механизмы экспорта/импорта внешних данных. Задача состоит в том, чтобы этот обмен происходил в максимально удобной для пользователя системы форме и не был трудоемким.

## Омега-Остек — три в одном или Что это такое?

АПК Омега-Остек разработан с учетом вышеизложенных принципов и подходит для применения на разных



1

Структура программного обеспечения АПК Omega-Остек

типах производства. Особенность данной системы — учет специфики производств в электронной, радиоэлектронной и полупроводниковой промышленности. Это — возможность применения разных способов маркировки, разветвленный механизм работы с заменителями, поддержка использования мультизаготовок, прослеживание с учетом позиционных обозначений элементов и другие возможности.

Основные производственные задачи, решаемые с помощью АПК:

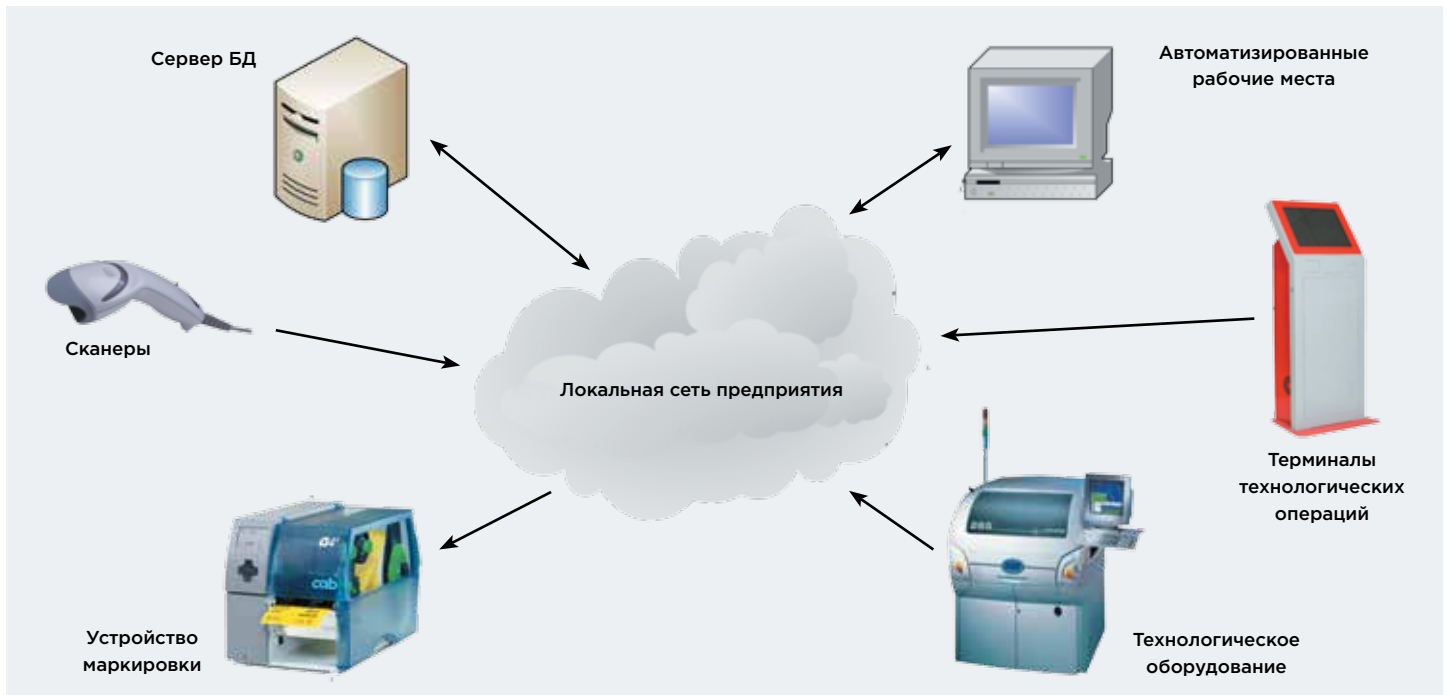
- хранение электронных конструкторских и технологических документов;
- ведение номенклатуры ТМЦ и поставщиков комплектующих и материалов;
- идентификация пользователей и разделение их прав доступа;
- входной контроль;
- ведение складского учета и учета в производстве;
- маркировка и идентификация объектов учета (ТМЦ);
- проведение подготовки выпуска партий изделий;
- контроль качества в производстве;
- пооперационное прослеживание выпуска изделия с фиксацией технологических параметров;
- выдача информации о состоянии и местонахождении объекта в любой момент времени;
- формирование электронного технологического паспорта изделия;
- выдача предупреждающих сообщений в реальном времени.

АПК Omega-Остек состоит из набора аппаратных средств и программного обеспечения (ПО), которое вклю-

чает в себя две взаимосвязанные информационные системы — Omega Production и Ostec Factory.

Omega Production представляет собой универсальную корпоративную информационную систему для управления производством. Она обеспечивает электронный документооборот, ввод и хранение технических данных по изделиям, подготовку к выпуску партий, а также присваивает объектам учета уникальные номера. Все электронные документы представляются в виде бизнес-объектов — записей в базе данных, отражающих свойства и характеристики реальных документов, участвующих в производстве. Бизнес-объекты характеризуются тем, что правила их создания, движения, изменения, удаления, а также права доступа к ним могут быть легко и быстро настроены в соответствии с правилами, принятыми на каждом конкретном производстве. Любые действия над бизнес-объектами могут совершаться только уполномоченными на это пользователями.

Основная задача ПО Ostec Factory — обеспечение связи с рабочими местами и технологическим оборудованием для обеспечения фиксации параметров в процессе производства. ПО Ostec Factory реализует маркировку, идентификацию и прослеживаемость объектов в производстве. Прослеживаемость в производстве — это способ организации производственного процесса, при котором можно проследить предысторию, использование или местонахождение каждой единицы продукции и действий, связанных с ее изготовлением (хранением, ремонтом и т.п.) При этом каждый объект и субъект производства должны нести на себе некоторые индивидуальные метки, которые могут быть считаны и переданы



2

Аппаратные средства АПК Омега-Остек

в автоматизированную систему обработки данных. Например, полуфабрикаты и изделия могут быть отмечены штрих-кодами, работники — индивидуальными картами доступа, приборы и оборудование — заводскими номерами.

Обе информационные системы используют в качестве хранилища единую систему управления базами данных Oracle DB. Распределение функций внутри АПК показано на рис 1.

Функционал АПК можно условно представить в виде трех подсистем.

Первая обеспечивает подготовку электронных данных, необходимых для самого производственного процесса (номенклатура, состав изделий, иерархия этого состава и технологические процессы). Эти данные определяют что, из чего и как **должно быть произведено**.

Вторая — осуществляет контроль за всеми ТМЦ, участвующими в производстве, а также за выполнением технологических процессов. Ее работа основывается на данных и правилах, которые были определены в первой подсистеме. В этой подсистеме фиксируется что, из чего и как **было сделано**.

Третья — обеспечивает организационную подготовку производства, а также помощь в оперативном планировании и диспетчировании производства. Основные факты, с которыми оперирует эта подсистема, — готовность к началу производства, укомплектованность, очередность заказов, прохождение стадий изготовления, загрузка производственных мощностей. Задача третьей подсистемы: обеспечить, чтобы второе максимально соответствовало первому.

Все три подсистемы совместно обеспечивают единый последовательный информационный процесс, сопровождающий выпуск изделия, — от получения документации до его поступления на склад готовой продукции. Еще раз подчеркнем, что такое деление единой системы — условно, но при наличии механизма разделения прав и задач у пользователей, позволяет четко распределить функции между персоналом, решающим технические, производственные и управленческие задачи.

Не менее значимой компонентой АПК является его аппаратный состав рис 2.

Программное обеспечение не может функционировать само по себе. Когда мы имеем дело с информационной системой на производстве, где простого наличия компьютеров на рабочих местах недостаточно, аппаратура должна решать целый комплекс взаимосвязанных задач:

- обеспечение рабочих мест дополнительными возможностями ввода информации (сканеры штрих-кодов, считыватели радиочастотных меток, сенсорные устройства ввода и др.);
- осуществление ввода данных с технологического оборудования (это может потребовать применение специальных интерфейсных устройств);
- физическая маркировка объектов системы (принтеры, лазерные маркировщики и т.п.);
- считывание маркировочных кодов в автоматическом режиме (например, на конвейерах);
- хранение данных на одном или нескольких компьютерах (серверах);
- связь между всеми компонентами через локальную вычислительную сеть.

Подготовка и управление производством, как правило,

может осуществляться на обычных компьютерах офисного класса без каких-либо специальных требований. Может потребоваться ввод документов с бумажных носителей с помощью планшетных сканеров. Для складского учета дополнительно нужны устройства для нанесения и считывания маркировки.

Для прослеживания ручных технологических операций могут использоваться специальные информационные терминалы с сенсорными экранами, которые дополнительно оборудуются считывателями маркировочных кодов и карт идентификации работников. Для рабочих мест, на которых выполняются сложные операции (ремонтные, контрольные или регулировочные), могут устанавливаться отдельные компьютеры со считывателями маркировочных кодов (автоматизированные рабочие места). ПО этих рабочих мест также может обеспечивать выдачу технологической и конструкторской документации на экран монитора. Это потребует использование мониторов большого размера, возможно, с сенсорным управлением.

Серверы должны располагаться в отдельных помещениях. К этим помещениям предъявляется ряд специфических требований по доступу, электропитанию и параметрам внешней среды. От аппаратуры, используемой в серверах, требуется высокая надежность и производительность. Как правило, некоторые компоненты серверных компьютеров резервируются, а для обеспечения устойчивой работы применяются источники бесперебойного питания.

## «Безбумажное» производство или Как это работает?

Применение АПК Омега-Остек позволяет организовать производственный процесс с использованием только электронных документов. Уже только этот факт позволяет уменьшить трудозатраты и сроки выполнения работ, а также сокращает количество ошибок в состав-

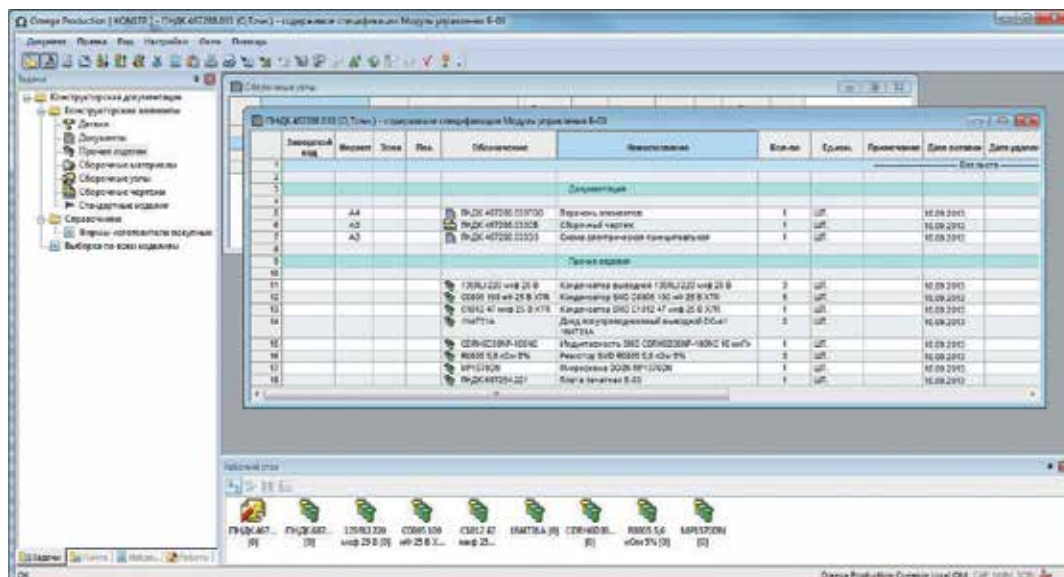
лении документов. Конечно, в случае необходимости, можно сделать бумажную копию любого документа. Каждому документу присваивается уникальный номер в системе, поэтому по распечатанному документу можно легко найти в системе его электронный образ.

Пользователи системы могут обмениваться друг с другом сообщениями по внутренней почте, кроме того, возможна автоматическая отправка сообщений по событиям. Этот механизм оказывается очень полезен, если не у всех работников есть индивидуальный телефон или они периодически отсутствуют на рабочем месте.

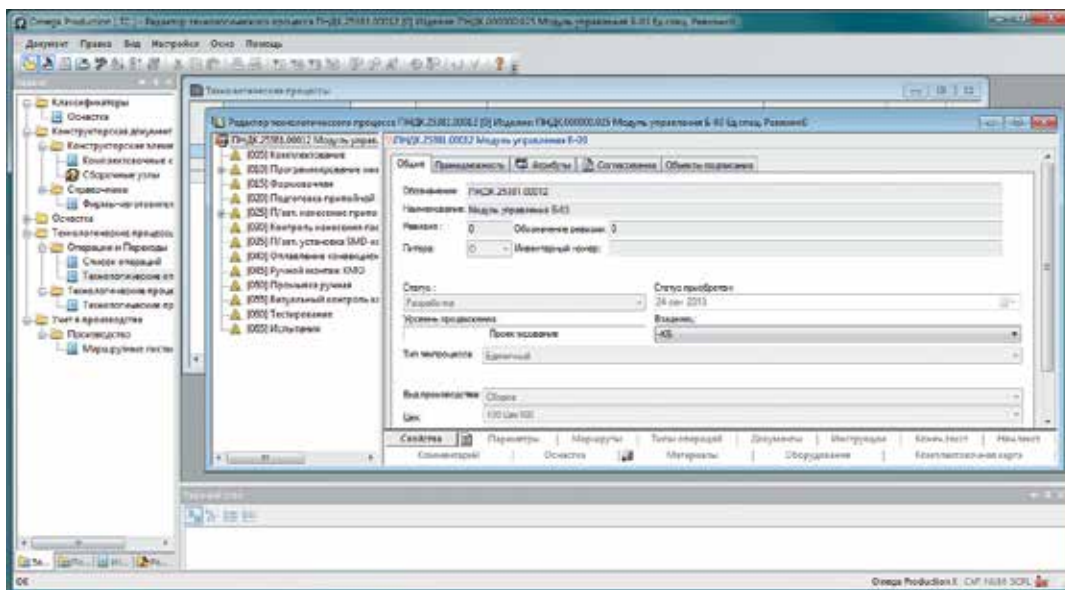
АПК обладает высокой степенью гибкости настроек, большинство из которых могут быть сделаны самими пользователями (конечно, не рядовыми, а с правами администратора) в процессе эксплуатации. Примерами таких настроек могут служить: структура подразделений, права и группы пользователей, видимость пользователями только им необходимых задач, параметры ведения учета, правила и последовательность утверждения документов и другие. Основные настройки производятся при инсталляции системы и являются частью адаптации АПК к условиям конкретного предприятия.

Для производства какого-либо изделия под управлением АПК Омега-Остек необходимо прохождение нескольких этапов, которые включают подготовительные действия и само производство. Рассмотрим эти этапы более подробно.

Создание номенклатурных справочников комплектующих, материалов и изделий необходимо для задания всех объектов складского учета и описания состава изделий. В дополнение к обязательным параметрам для каждого элемента могут быть дополнительно заданы поставщик/производитель, неснижаемый уровень складского остатка, аналоги для замен, запас на технологические нужды и др. Справочники создаются один раз и в дальнейшем только дополняются новыми элементами.



3 Работа с конструкторскими объектами



4

Редактирование технологического процесса

Занесение в систему конструкторских документов (КД) в электронном виде. АПК не является системой для разработки КД, она лишь только позволяет осуществлять хранение (в любом формате файла) и использование КД в работе. Текстовые документы можно создать непосредственно в системе в процессе добавления КД. Поддерживается проведение ревизий отдельных документов и их комплектов. КД определяет состав изделий и служит основой для создания технологических процессов. Здесь оценивается потребность в материалах и устанавливается связь с другими сборочными единицами. Кроме того, при наличии конструкторских документов в электронном виде, к ним можно организовать доступ с компьютеров рабочих мест в производстве. Конструкторские документы можно также вывести на печать в стандартной форме. Пример пользовательского интерфейса для работы с конструкторскими объектами (документами и элементами спецификаций) показан на рис 3.

Занесение в систему технологических документов в электронном виде производится аналогично конструкторским документам и при необходимости происходит их подключение к технологическому процессу. Поддерживаются единичные, групповые и типовые технологические процессы. Имеется простой механизм создания единичного технологического процесса по типовому, что является часто встречающейся задачей в производстве электронной аппаратуры. На этом этапе также определяется потребность в приборах, приспособлениях, технологической оснастке. В технологическую документацию могут быть добавлены интерактивные инструкции, которые потом могут быть «воспроизведены» на рабочих местах в качестве руководства для выполнения операций. На рабочих местах можно также передавать для просмотра и другие технологические документы (аналогично конструктор-



5

Пример маркировки компонентов

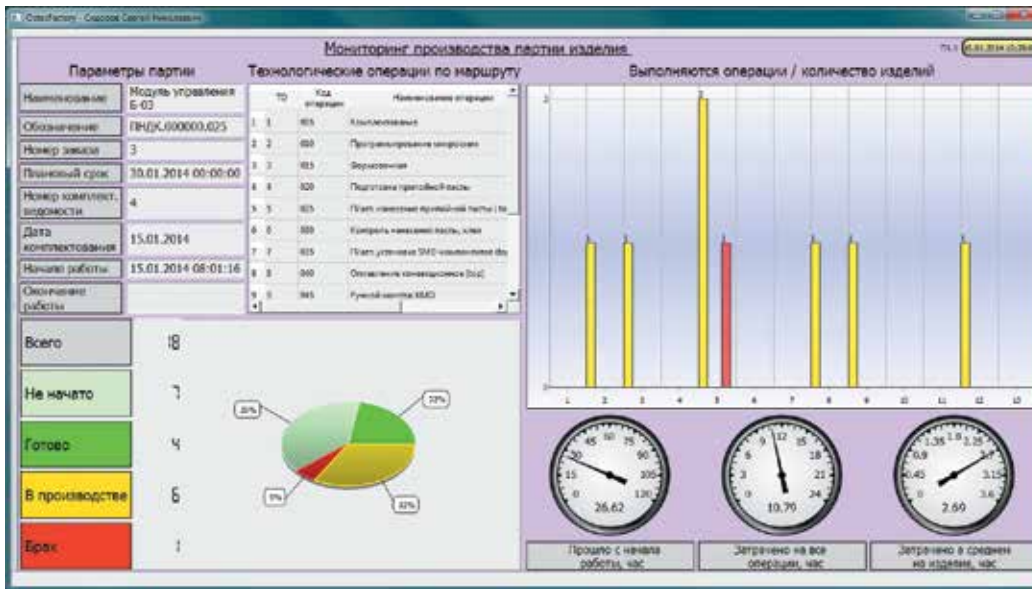


6

Пример маркировки заготовок

ским). Пример работы с технологическим процессом показан на рис 4).

При наличии в базе данных системы полного комплекта электронных документов можно автоматически определить потребность для выпуска некоторого установленного количества изделий, причем, если изделие является сложным (включает в себя другие сборочные единицы), будет вычислена общая потребность для выпуска всех необходимых сборочных единиц.



7 Пример отчета реального времени по выпуску партии изделий

Этот список может служить основой для выдачи заявки в службу материального снабжения. Далее, нужно будет лишь только проконтролировать приход МТЦ на склад комплектации.

Складской учет. Полученные для производства компоненты, комплектующие и материалы, поступают на склад комплектации. На этапе принятия накладной производится присвоение индивидуальных номеров каждой партии (упаковке), эти номера распечатываются в виде штрих-кодовых наклеек и носятся на объекты учета рис 5. В приходной накладной также делаются ссылки на поставщика и документы поставки. Это позволит в дальнейшем идентифицировать происхождение каждой материальной ценности. Если ТМЦ является давальческой, устанавливается соответствующий атрибут, который позволяет вести дальнейший учет особым образом. Другие правила складского учета ничем не отличаются от общепринятых.

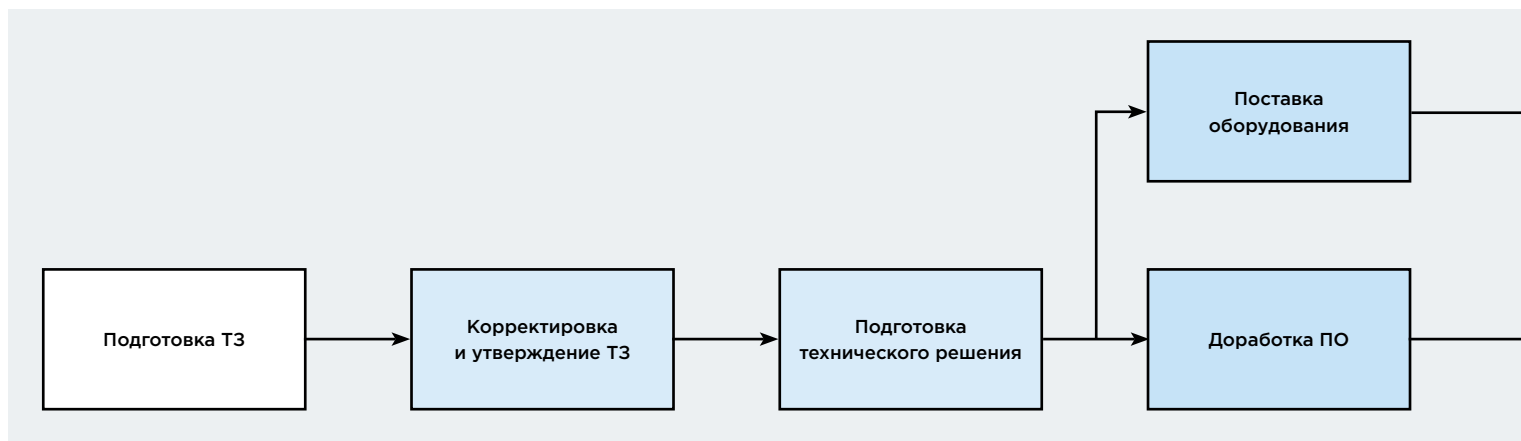
Каждая заготовка нового изделия (например, печатная плата) также снабжается индивидуальным кодом рис 6. Это позволяет в дальнейшем осуществить ее прослеживание в производстве и фиксацию фактических параметров технологических процессов. Кроме того, идентификация заготовки (полуфабриката) позволяет однозначно поставить соответствие между производимым изделием и технологическим процессом, что помогает исключить многие технологические ошибки.

Электронная ведомость комплектования партии может заполняться по мере поступления ТМЦ на склад. Её 100%-е заполнение служит сигналом к возможности начинать производство. Диспетчер производства (или другой уполномоченный работник) в своей задаче видит список заказов со сроками и состоянием укомплектованности и принимает решение для начала работы по тому или иному заказу. Кладовщик по ведомости формирует набор необходимых ТМЦ и выдает их в цех.

На рабочих местах производится идентификация заготовок и отмечается прохождение каждой технологической операции в соответствии с заданным ранее техпроцессом. Если это ручные операции, то производится сканирование кодов ручным сканером и ручная фиксация момента начала и завершения операции. Исполнитель операции определяется либо как пользователь программы (на индивидуальном месте), либо через регистрацию на своем рабочем месте (для операторов оборудования), либо прикладыванием карты идентификации (при работе с коллективным терминалом). На конвейерных операциях код сканируется автоматическим сканером и поступает в программу-сборщик данных. Программа-сборщик также следит за всеми несоответствиями между поступающей информацией и требуемыми параметрами технологического процесса и выдает предупреждения на специальной панели управления системы.

В АПК имеется набор средств слежения за выполнением производственного процесса. Они могут быть двух видов — статические отчеты по данным на момент времени и динамические приборные панели. Можно контролировать ход производства в разрезе различных факторов, например, пооперационный контроль, мониторинг оборудования, загрузка рабочих мест, статистика брака, статистика соотношения между плановыми и реальными трудозатратами и т.п. На рис 7 приведена приборная панель, отражающая текущее состояние выпуска партии изделий.

При наличии индивидуальных номеров у каждого изделия можно в любой момент времени получить информацию о том, где это конкретное изделие находится и в каком оно состоянии. После выпуска изделия можно получить полный отчет о прохождении операций с учетом их пропуска и повторений, обнаружении брака, его устранения и состава изделия по номерам входящих компонентов.



8

Этапы внедрения АПК Омега-Остек

## Извечный вопрос: что делать? или Как это следует внедрять?

В нашей стране традиционно подход к автоматизации на производстве был скорее формальным, нежели осмысленным и «выстраданным». Только в последние годы в связи с изменившейся экономической ситуацией этому направлению уделяется все больше и больше внимания.

В конечном счете, перед каждым руководителем встает стандартный набор проблем (на решение которых, прежде всего, и ориентирован АПК Омега-Остек):

- снижение трудоемкости за счет сокращения производственных простоев;
- повышение качества выпускаемой продукции;
- снижение материальных издержек;
- повышение конкурентоспособности в условиях рынка;
- увеличение объема производства и продаж.

Типичная ошибка при выборе решения — «Нужно внедрять хорошо зарекомендовавшую себя, годами проработанную (зачастую — импортную, соответственно, очень недешевую) систему!» Менеджеры по продажам будут долго рассказывать Заказчику, какие безграничные возможности имеет продукт, какие известные фирмы уже на нем работают и при этом процветают. Только потом выяснится, что предлагаемое решение не учитывает специфики данного производства, а в других странах приняты другие механизмы взаимодействия между подразделениями, технологические правила, стандарты; за каждую из «безграничных» возможностей нужно отдельно платить и отдельно обучать работников и т.п.

Я не ставлю цель критиковать продукты хорошо известных и уважаемых поставщиков программного обеспечения, а лишь призываю к глубоко продуманному подходу.

Это взвешенное решение, при котором Заказчик должен четко понимать, что он приобретает и зачем. Главное — это не размеры (охват) системы и не ее широкая известность (в узких кругах), а возможность решать

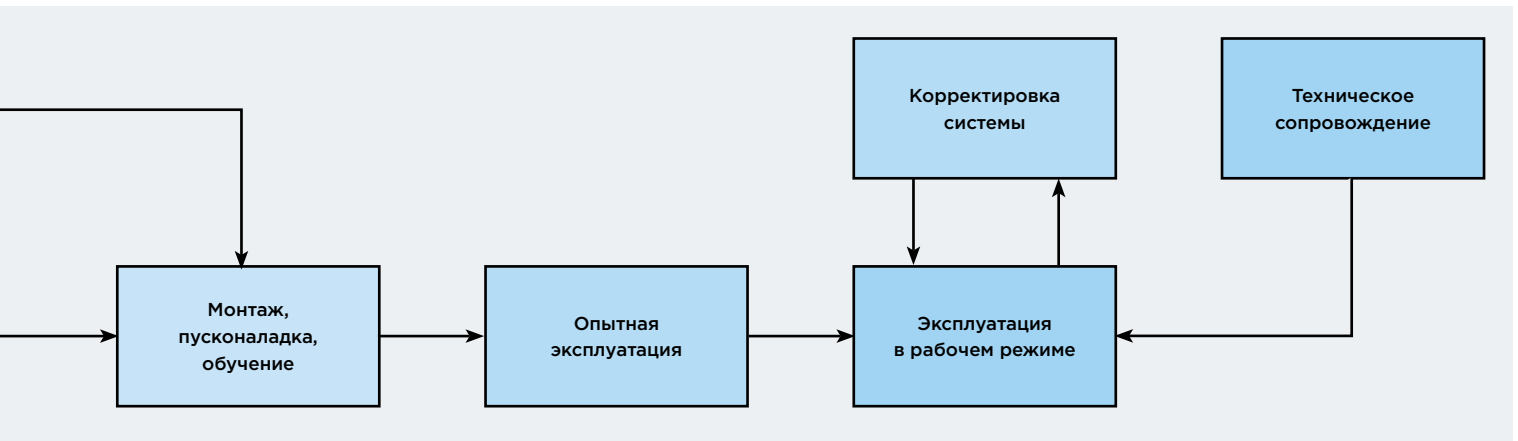
насуточные задачи. Не количество функций, а их качество. То, что необходимо на одном производстве, может быть совершенно бесполезным на другом. Выбираемая система должна давать возможность ограниченного внедрения с последующим увеличением возможностей по мере ее освоения и расширением на смежные подразделения.

Первое, что спрашивает у исполнителя руководитель, планирующий внедрить информационную систему на своем предприятии: «В какой срок мои затраты окупятся?» Дать ответ на этот вопрос крайне сложно, так как невозможно точно рассчитать наперед стоимость каждого принятого на основе данных информационной системы решения и сразу учесть все затраты, которые будут оптимизированы в дальнейшей работе. Компромиссным будет ответ, в котором проведена оценочная эффективность внедряемой системы. В этом случае Заказчик может уменьшить свои возможные потери, заключив договор на автоматизацию участка (цеха). Впоследствии, оценив эффективность, он сможет принять решение о дальнейшем развитии системы на другие подразделения. При этом он будет уже гораздо лучше знать суть дела и сможет более четко сформулировать свои требования.

АПК Омега-Остек имеет модульную структуру, что обеспечивает решение для автоматизации производства от отдельного производственного участка до масштабов всего предприятия. Если начать с малого, то для дальнейшего развития АПК не потребуется создавать заново сетевую инфраструктуру и закупать новые серверы. Причем, именно так и нужно начинать внедрение с точки зрения обучения работе со сложной системой и постепенного изменения психологии персонала.

Внедрение АПК Омега-Остек **рис 8**, как и любой другой аналогичной системы, начинается с аудита производства и построения модели имеющихся производственных





процессов. Затем в модель вносятся изменения в соответствии с пожеланиями Заказчика, и на этой базе разрабатывается техническое задание (ТЗ). После подписания ТЗ исполнитель начинает прорабатывать техническое решение, результатом которого является определение точного состава аппаратуры и ПО предполагаемого решения. Начинается работа по поставке необходимого оборудования и, параллельно, подготовка ПО.

ПО адаптируется под поставленную задачу путем установки соответствующих настроек, внесения изменений и дополнений, а также включением в состав необходимого набора готовых модулей. Таким путем на этапе подготовки к внедрению можно обеспечить решение необходимого спектра задач в зависимости от типа и характера производства. Как правило, это означает использование базового решения с минимальными изменениями и специальных дополнений, некоторые из которых разрабатываются индивидуально для данного проекта. Этим и достигается решение специфических для заказчика задач.

Аппаратное обеспечение состоит из стандартного оборудования, которое может уже иметься в наличии у заказчика (например, у него уже могут быть в наличии сервер, элементы локальной вычислительной сети, компьютеры рабочих мест), и специализированного — терминалы технологически операций, сканеры, оборудование для маркировки. Стандартное оборудование может быть также приобретено заказчиком самостоятельно.

После полной готовности компонентов АПК производятся монтажные и пусконаладочные работы, осуществляется обучение персонала. Результатом этого этапа является готовность системы к опытной эксплуатации.


В процессе опытной эксплуатации выявляются ошибки и несоответствия требованиям ТЗ, которые на данном этапе устраняются. Одновременно, под руководством специалистов исполнителя совершенствуется

квалификация производственного персонала, корректируется эксплуатационная документация. Как правило, признаком завершения опытной эксплуатации является способность информационной системы под управлением штатного персонала самостоятельно решать все поставленные производственные задачи. Это означает переход к рабочей эксплуатации. На данном этапе участие исполнителя заключается в выполнении гарантийных обязательств и сопровождения АПК в рамках гарантийного или послегарантийного обслуживания.

С началом периода рабочей эксплуатации системы заказчик становится ее полноправным хозяином. И здесь нельзя не упомянуть следующее.

Правильно внедренное решение, даже если оно соответствует поставленной задаче, не даст ожидаемого результата, если оно не будет работать, как задумано. Это означает, что все предусмотренные инструкциями действия (правила внесения данных, их полнота, форматы записей, сроки проведения профилактических работ и т.п.) должны неукоснительно соблюдаться всеми пользователями системы. Необходимо контролировать соблюдение всеми пользователями установленных правил работы. В этом состоит участие руководства предприятия на этапе эксплуатации.

Нужно отчетливо понимать, что ни одна автоматизированная система не будет ничего делать самостоятельно, ее ключевым звеном всегда останется человек и его целенаправленные действия. Само по себе не случится чудо — не увеличится производительность, не исчезнут авралы и ошибки в планировании.

В мире еще не придумано решение, которое позволяет нажатием одной кнопки решить все производственные проблемы. Но можно значительно сократить количество этих проблем, сознательно применяя специально созданный для этого инструмент. 

# ТЕХПОДДЕРЖКА

## Использование взрывной литографии для получения ВЫСОКОЙ разрешающей способности

Текст: Владимир Костюченко, Степан Косинцев

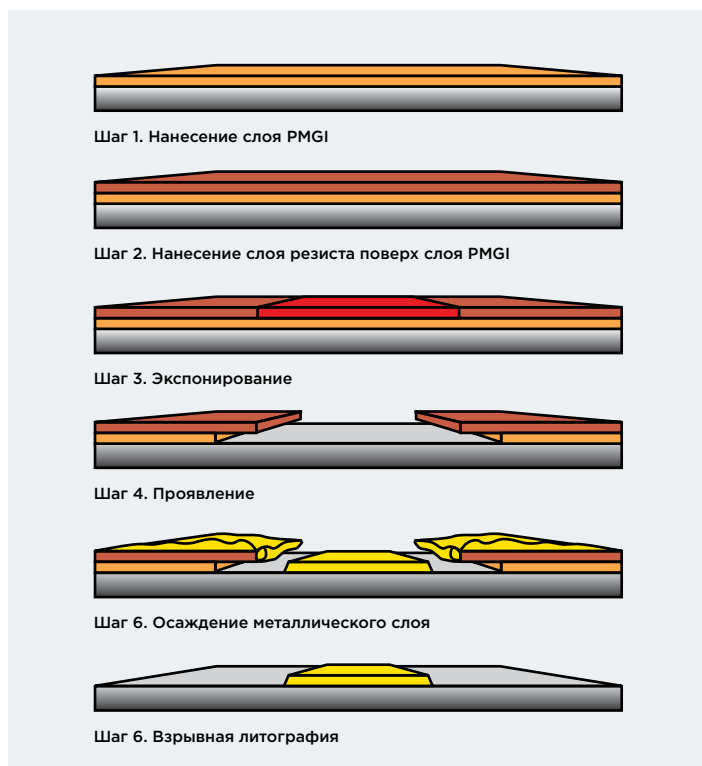
Устройства, работающие с использованием поверхностных акустических волн (ПАВ), требуют создания плотного набора линий и зазоров, аналогичных встречно-ребенчатым преобразователям (ВГП). Контроль точности их размеров является достаточно критичным и важным вопросом для данных устройств.

Требования к разработкам ПАВ устройств становятся все более жесткими, в то время как возможности типового процесса производства ограничены. Поэтому требовалось разработать новые упрощенные процессы, имеющие низкую стоимость и способные давать хорошую повторяемость для ВГП устройств с критическими размерами от 300 нм до 1 мкм. Наличие такого процесса необходимо не только в производстве ПАВ устройств, но и во многих других сферах производства микроэлектроники.

Статья описывает условия и методы для разработки процессов взрывной литографии для создания линий с хорошим разрешением для ПАВ устройств при использовании негативных фоторезистов. Статья сфокусирована на условиях оптимизации процессов для обеспечения стабильности результатов разрешения линий с шириной линии 300 нм и шагом 365 нм.

На сегодняшний день акустоэлектроника является одним из активно развивающихся направлений функциональной электроники. Среди акустоэлектронных устройств наибольшее распространение получили устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Такие преимущества, как: высокая надежность, малые масса и размеры, отсутствие энергопотребления, возможность выполнения различных операций обработки сигналов, реализация заданных технических характеристик с высокой точностью обеспечивают широкое применение и массовую потребность в этих устройствах.

Носителем информации в устройствах на ПАВ служат волны, у которых энергия упругих колебаний сосредоточена в тонком приповерхностном слое твердого тела. В качестве среды распространения используются пьезоэлектрические монокристаллы. Для преобразования электрических сигналов в акустические и обратно, а также для отражения и изменения траектории распространения акустических волн используются металлические структуры, нанесенные на поверхность пьезоэлектрической подложки. Возбуждение и прием акустических волн происходит с помощью входного и выходного преобразователей ПАВ, число электродов



1 Стандартные шаги при взрывной литографии в двухслойном процессе

которых может быть различным (от единиц до нескольких тысяч).

Характеристики устройств на ПАВ определяются свойствами материала подложки и его топологией, т.е. типом, количеством, взаимным расположением и геометрическими размерами преобразователей и отражателей ПАВ. Топология устройства зависит не только от выполняемой операции обработки сигнала, но и от требуемых технических характеристик. Число различных вариантов топологий современных устройств на ПАВ исчисляется сотнями.

Устройства на ПАВ нашли применение в разнообразных радиоэлектронных системах, в частности, в системах связи и радиовещания. Чаще всего такие устройства осуществляют процедуру линейной обработки сигналов, т.е. создают выходную реакцию, которая связана с входным сигналом с помощью заданного линейного соотношения. В теории систем такие устройства называют линейными фильтрами. Примерами служат линии задержки, полосовые фильтры, фильтры для корреляционной обработки сложных сигналов

Основные параметры фильтров ПАВ: рабочая частота, полоса пропускания, вносимое затухание, темпера-

турная стабильность, искажения из-за эффектов второго порядка и т.п. определяются, в первую очередь, характеристиками материала звукопровода. Поэтому необходимо выбирать материал звукопровода для каждой конструкции, исходя из конкретных заданных характеристик фильтра.

Одним из вариантов изготовления устройств на ПАВ по техническим и экономическим причинам может быть взрывная литография. Это дополнительный процесс, который в ряде случаев более рационален, чем процесс травления избыточного материала. На сегодняшний день требования к основным параметрам и энергопотреблению становятся все более важными, сложными и комплексными вопросами, в частности, для переносных устройств (например, мобильных телефонов). При этом возможности стандартных процессов производства весьма ограничены. Это и является причиной развития технологии взрывной литографии с высокой разрешающей способностью для устройств на ПАВ.

Существует несколько вариантов взрывной литографии, например, двухслойный процесс. Материал PMGI (полиметилглутаримид), используется как подслой и покрывается фоточувствительным материалом (фоторезистом). PMGI легко растворяется в водных растворах проявителя ТМАН (гидроксида тетраметиламмония). Результатом проявления обоих слоев (PMGI+фоторезист) будет требуемый для взрывной литографии профиль.

Стандартные шаги при взрывной литографии в двухслойном процессе показаны на рис 1.

В данной статье сравниваются два процесса: процесс с использованием PGMI и процесс, использующий химически усиленный негативный резист.

Подход с использованием двух слоев материала не показывает существенной выгоды или повторяемости при размерах меньше 500 нм для данных целей. В результате либо проглядывает основание резиста, либо структуры «схлопываются».

В отличие от этого процесс с использованием негативного фоторезиста показывает, что он улучшает стабильность и повторяемость результатов. Также процесс позволяет разрешать структуры размером до 250 нм. В работе с негативным фоторезистом можно применять уже существующие и используемые в фотолитографии химические растворы и материалы; процесс позволяет снизить стоимость обработки подложек по сравнению с существующими методами производства. Эти моменты наиболее принципиальны с точки зрения упрощения, удешевления производства и уменьшения количества операций.

## Разработка процессов литографии

При проведении сравнения использовался негативный резист AZ5510, чувствительный при экспонировании к длине волны линии «I» спектра ртутной лампы. Данный резист достаточно чувствителен к процессу термообработки пластины после экспонирования.

В целом, негативные фоторезисты — отличный выбор для процессов взрывной литографии. Эти резисты разработаны для достижения воспроизводимого обратного наклона стенок резиста (так называемого «подреза»), который позволяет упростить дальнейший процесс взрывной литографии.

Необходимая толщина слоя фоторезиста была выбрана на основе смоделированной кривой, учитывающей толщину металла, который будет использоваться. Оптимальные условия обеспечиваются правильным сочетанием дозы экспонирования и последующей постэкспозиционной сушки. Сушка является важным моментом в процессе, так как она влияет на протекание окончательной связывающей химической реакции в слое резиста.

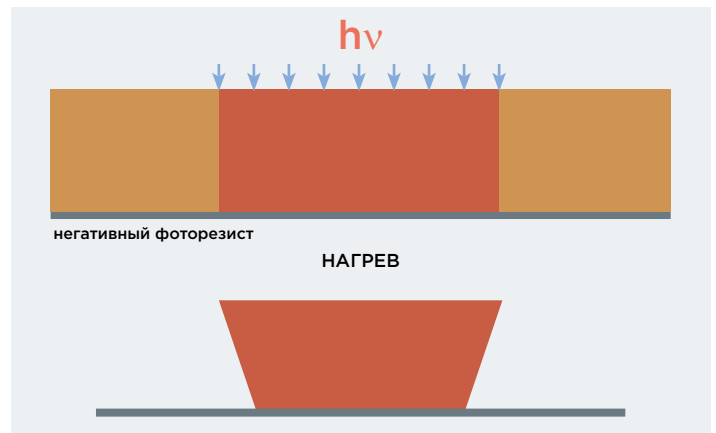
Для каждого типа подложек, участвующих в процессе, необходимо подбирать свои параметры по времени и температуре сушки после экспонирования. Типовые подложки, используемые в ПАВ устройствах — танталат лития (LiTa) и ниобат лития (LiNb), каждый из которых имеет различные теплопроводящие свойства. Т.к. использовался резист AZ5510, который не сильно чувствителен к температурным флуктуациям, то можно выбрать для процесса любую из двух подложек.

## Осаждение металла и взрывная литография

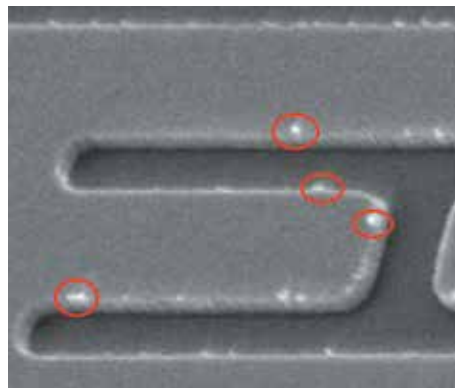
На пластине в слое фоторезиста формируется требуемая для металлизации топология. После процесса проявления на пластину наносятся требуемые слои металлов. В зависимости от конкретных требований к производительности устройства количество металлических слоев и их толщина могут варьироваться.

Итоговый профиль является важным критерием и значительно влияет на характеристики ПАВ фильтра. Если угол обратного наклона профиля недостаточен или толщина металлических слоев слишком большая, то затрудняется как проникновение растворителя, так и протекание всего процесса взрывной литографии. Исходя из этого, рекомендуется придерживаться соотношения толщины резиста к толщине металлических слоев 3:1 соответственно, что позволит получить четкий профиль после процесса взрывной литографии.

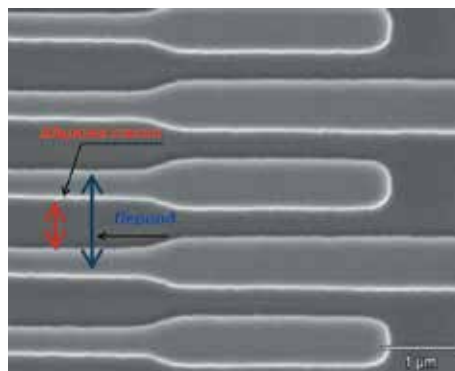
Если толщина резиста слишком маленькая, то появляются разрывы в металле или «крылья», как показано на рис 3. Это явление негативно сказывается на качестве работы ПАВ фильтра.



2 Проявление негативного фоторезиста



3 Металлические «крылья» снижающие производительность устройства



4 Структуры с критическими размерами 350нм  
Кoeffициент  $DF = (\text{Ширина линии} / \text{Период}) * 100$

Проведение качественного литографического процесса при достаточной толщине фоторезиста обеспечивает удаление резиста с нежелательной металлизацией в течение простого 30-минутного процесса взрывной литографии при использовании необходимого растворителя. Качество взрывной литографии — составляющая, которая влияет на электрические характеристики самого фильтра в целом.

## Возможности процесса

Массовое производство ПАВ устройств требует жестких допусков на критические размеры ВГП структур. При разработке процесса внимание уделяется изменению структур по всей поверхности пластин. Критические элементы выражены в терминах коэффициента DT (duty factor) и показаны на рис 4.

Для получения требуемой характеристики устройства у типового ПАВ фильтра отклонение данного коэффициента должно быть не более 2-3% от заданного.

Вышеописанное сравнение показывает, что процесс взрывной литографии с использованием негативного резиста демонстрирует подходящие результаты.

Опираясь на данное сравнение, можно сделать заключение о том, что процесс взрывной литографии с использованием негативного резиста AZ5510 (в данном случае для получения высокого разрешения при разработке устройств, работающих с использованием поверхностных акустических волн) предпочтительнее двухслойного процесса.

**В статье была рассмотрена технология взрывной литографии: условия и методы разработки процессов взрывной литографии для создания линий с хорошим разрешением для ПАВ устройств. Данные методы позволят снизить общую стоимость всего процесса и одновременно получить меньшие размеры структур, что особенно важно для эффективности производства. ▢**

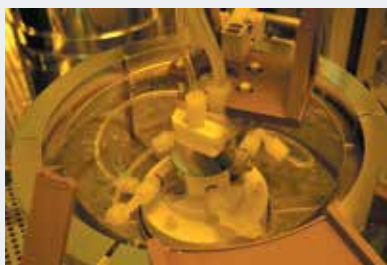
Для претворения в жизнь технологии взрывной литографии достаточно всего одной единственной установки — EVG150 рис 1 производства компании EVGroup.

Автоматическая система обработки резистов EVG150 специально разработана для полностью автоматических процессов нанесения и проявления резиста с высокой пропускной способностью. В состав данной установки дополнительно включается специально разработанный модуль для проведения взрывной литографии. Данный модуль химически стоек к стандартно требуемым для взрывной литографии химикатам. Слив происходит в резервуары, а сам модуль оснащен уловителями металлических частиц. Таким образом, установка EVG150 позволяет отладить и проводить полностью автоматический процесс взрывной литографии.

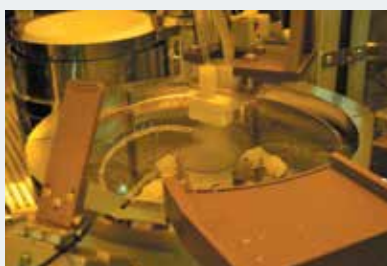
На рис 2 и рис 3 показан внешний вид камеры для взрывной фотолитографии установки EVG150. Камера состоит из специальных съемных уловителей металлических частиц, что особо важно для задач и применений, использующих металлические слои из золота (или иных благородных металлов). Сам процесс удаления избыточного фоторезиста с нанесенным металлическим слоем обеспечивается мегазвуковым соплом, а также несколькими линиями подачи требуемых химических реактивов.



1 Установка для проведения процессов взрывной фотолитографии EVG150



2 Внешний вид камеры взрывной литографии



3 Внешний вид камеры взрывной литографии

# СКВОЗЬ ОГОНЬ, ВОДУ и медные трубы — ВЗРЫВО- ЗАЩИЩЕННЫЙ СВЕТИЛЬНИК



Текст: Сергей Назин



В современном мире активно развивается направление светодиодного освещения и происходит постепенный переход на него. Согласно Федеральному закону об энергосбережении (№261-ФЗ от 23.11.2009 г.) энергоёмкость экономики к 2020 году должна сократиться на 40%. Взрывобезопасные светодиодные светильники являются отличным ресурсом для достижения этого показателя. Как правило, у производителей LED освещения имеется множество вариаций конструкции корпуса и внутреннего исполнения в зависимости от применения в той или иной области. Как интересный и новый продукт для российского производства взрывозащищённый светильник заслуживает особого внимания. В данной статье будет рассмотрено применение силиконовых материалов для обеспечения взрывозащищённости LED светильника, имеющих ряд преимуществ перед традиционными способами.



1  
Освещённая АЗС

Практика внедрения взрывозащищенных источников света показывает, что наиболее часто они применяются для освещения производственных помещений и наружных площадей атомной, нефтяной, химической и других промышленных областей с взрывоопасными зонами, в подземных выработках горнодобывающих шахт, рудников и их наземных строений, на автозаправочных станциях рис 1, рис 2. Светильник не должен стать причиной взрыва или воспламенения как при нормальных условиях работы, так и при возникновении неисправности в самом светильнике.

Отличительными особенностями взрывозащищенных светильников в сравнении с осветительными приборами общего назначения (офисное, промышленное, уличное освещение) являются:

- искробезопасное исполнение, а именно: изоляция частей светильника, которые могут стать причиной взрыва;
- тепловой режим, при котором температура наружных частей не превышает допустимой величины;
- прочность оболочки, способная выдержать внутренний взрыв;
- плотное соединение деталей.

Одна из наиболее уязвимых частей светильника — его источник питания. Постоянные скачки напряжения в электросети приводят к негативным последствиям: компоненты драйвера светильника могут перегреться, возможно короткое замыкание или даже взрыв компонента. Поэтому искробезопасность это, пожалуй, ключевой фактор при использовании светильников на объектах с повышенной взрывоопасностью.

Помимо этого, есть ещё несколько причин выхода из строя драйвера.

Во-первых, если источник питания недостаточно хорошо защищен от воздействия влаги, в нём может образовываться конденсат. Особенно это критично при работе в условиях морского климата, со временем накапливающийся конденсат приводит к выходу из строя или неправильной работе.

Во-вторых, на работу драйвера светильника влияют постоянные вибрации. Например, если светильник установлен рядом с железнодорожным полотном, крупной автомобильной магистралью или в шахте горнодобывающего комплекса, то постоянные колебания могут повредить элементную базу источника. В-третьих, остается вопрос эффективного теплоотвода на корпус от элементов источника питания.



2

Тоннель рудниковой шахты

Для защиты источника питания взрывобезопасного светильника целесообразно полностью изолировать его от внешней среды. Таким решением может стать заливка компаундом. Традиционно взрывобезопасное исполнение источника питания обеспечивалось за счет литого корпуса светильника, что увеличивает его массогабаритные характеристики.

Учитывая перечисленные уязвимостей драйвера, компаунд должен соответствовать следующим требованиям:

- работать в широком диапазоне температур  $-50 +150^{\circ}\text{C}$ ;
- обладать хорошей теплопроводностью для эффективного отвода тепла от элементов источника на корпус светильника;
- иметь хорошую эластичность для эффективного сглаживания разницы ТКЛР и демпфирования постоянных нагрузок и вибраций;
- быть текучим, для заполнения всех зазоров между элементами драйвера;
- обладать отличными диэлектрическими свойствами;
- полимеризоваться в объеме.

В настоящее время существует множество видов различных компаундов, самыми распространёнными из

них: силиконовые, полиуретановые, эпоксидные, полисульфидные. Наиболее подходящими компаундами для заливки источника питания являются силиконы и полиуретаны рис 4, рис 5. Также можно использовать эпоксидные компаунды, но после полимеризации материалы данного класса становятся очень жесткими и при перепадах температур могут повредить элементы.

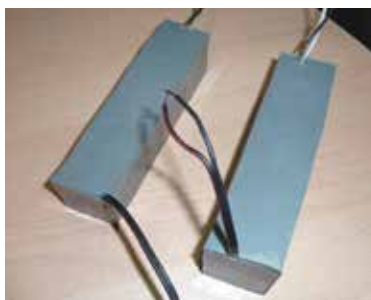
Рассмотрим свойства силиконового эластомера Dow Corning Sylgard 160. Он разработан для широкого диапазона применения, в том числе для заливки источников питания. Данный материал соответствует предъявленным требованиям: имеет коэффициент теплопроводности  $0,62 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{K})$ , обладает превосходными диэлектрическими характеристиками (диэлектрическая прочность  $19 \text{ кВ}/\text{мм}$ ), работает в широком диапазоне температур от  $-55$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ , имеет динамическую вязкость менее  $10000 \text{ сП}$ .

В светодиодном светильнике есть еще одно уязвимое место, которое может стать причиной взрыва — плата со светодиодами. Со временем постоянные термоциклы и вибрации могут повредить паяные соединения платы со светодиодом, что приведет к искрообразованию. Традиционно защита платы обеспечивалась за счёт защитного стекла. Одним из решений, которое позволит обеспечить дополнитель-





3  
Блок АЭС



4  
Источник питания,  
залитый материалом  
Dow Corning 160



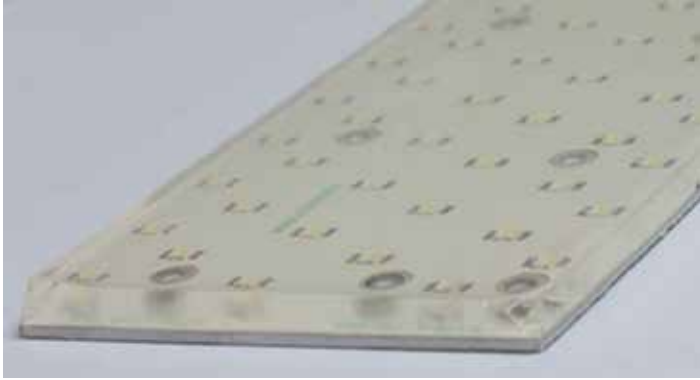
5  
Залитый и не залитый  
источник питания  
в корпусе

ную взрывобезопасность светильника и исключить использование защитного стекла, является заливка светодиодной платы прозрачным компаундом.

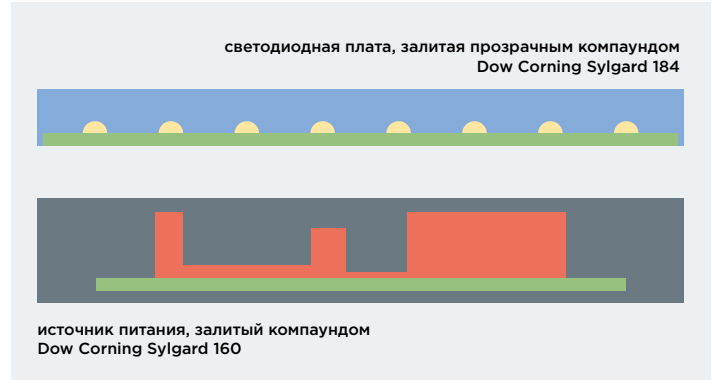
Компаунд для заливки должен соответствовать всем требованиям, описанным выше, а также:

- быть прозрачным, обеспечивать светопропускание;
- не содержать вещества, вступающие в реакцию со светодиодом;
- быть устойчивым к воздействию УФ излучения.

Кроме того, введение прозрачного материала на линзу светодиода может повысить светоотдачу. Показатель преломления силиконовой линзы светодиода составляет 1,53-1,54. Далее свет попадает в воздушную среду с показателем преломления 1. И, наконец, защитное стекло, в зависимости от материала, имеет показатель преломления 1,5-1,59. Виден «провал» в воздушной среде. Заполнение этого объема силиконовым оптически прозрачным компаундом с показателем преломления близким к 1,5 даёт прирост светоотдачи, что увеличивает энергоэффективность светильника (статья «Да будет свет! Современное светодиодное освещение. Тенденции. Задачи. Решения», А. Петров, информационный бюллетень «Поверхностный монтаж» № 3 (89), апрель 2011).



6 Светодиодная плата, залитая материалом Dow Corning 184




7 Конструкция залитого взрывозащищенного светильника

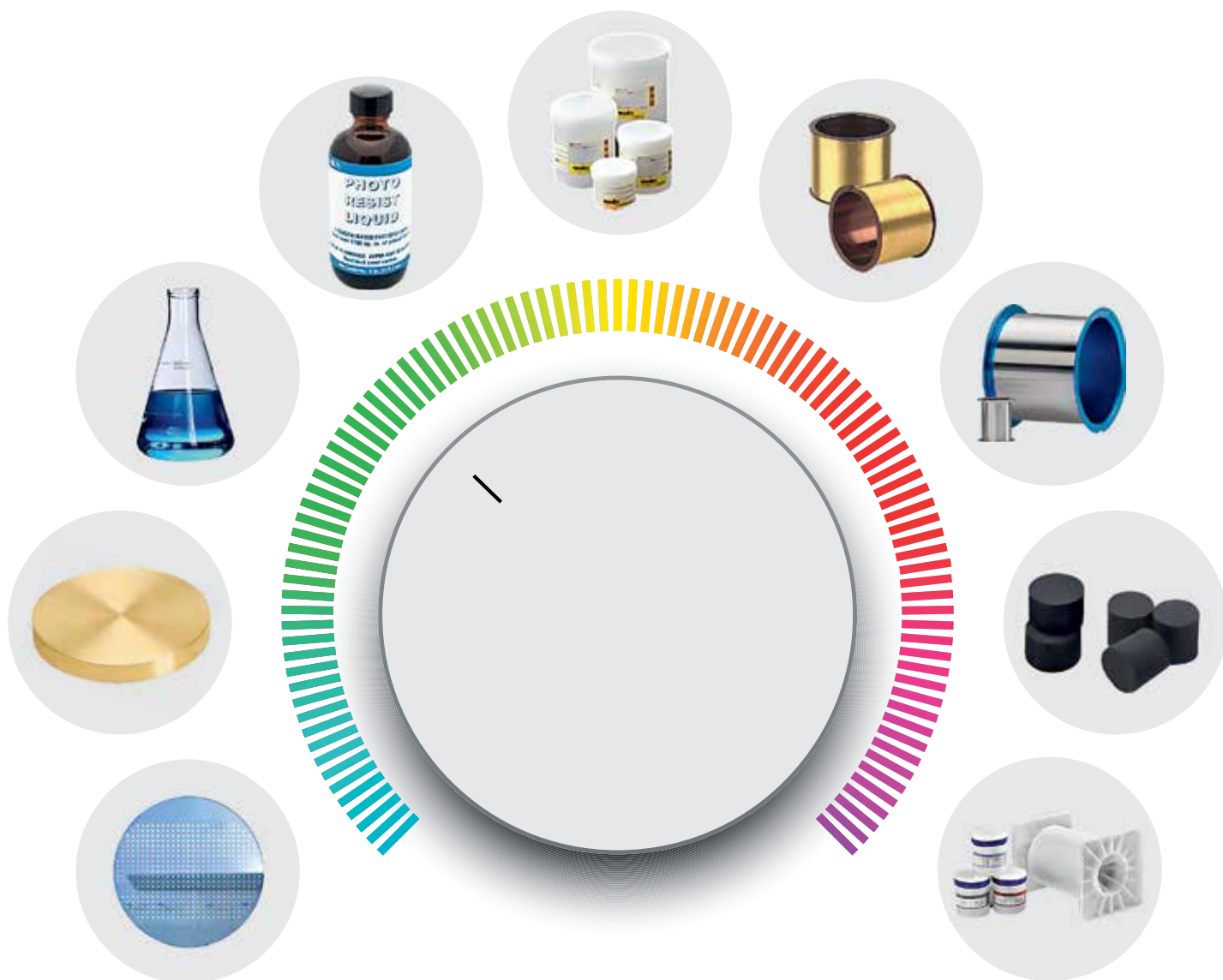
Использование такого компаунда позволит достигнуть таких преимуществ, как:

- высокоэффективная влагозащита платы со светодиодами и исключение появления влаги на внутренней поверхности стекла;
- уход от использования защитного стекла в конструкции светильника;
- повышение стойкости к воздействиям вибрации и ударов;
- улучшение температурного режима работы светодиода (дополнительная площадь рассеяния тепла).

Из популярных на сегодняшний день прозрачных компаундов наиболее подходящим вариантом является силикон, например, можно использовать Dow Corning Sylgard 184 рис 6. Это прозрачный двухкомпонентный силиконовый компаунд, позволяющий достигнуть всех вышеперечисленных характеристик, обладающий показателем преломления 1,4, низкой динамической вязкостью и широким диапазоном температур эксплуатации (от  $-55$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ ).

На рис 7 показана конструкция взрывозащищенного светильника с залитыми источником питания и светодиодной платой. По сравнению со стандартными способами защиты герметизация компаундом уменьшает массу и габариты светильника и позволяет достичь требований, предъявляемых к взрывобезопасным источникам света.

**Соединив предложенные технологии, мы получим светодиодный светильник, способный работать в условиях холодного и жаркого климата, в условиях высокой влажности и знойной пустыни, соответствующий IP67 с повышенной виброзащитой и ударостойкостью. Такой светильник способен надежно работать долгие годы на объектах с взрывоопасной зоной, например, на АЭС, АЗС или нефтепромышленных предприятиях.** 



# Весь спектр технологических материалов для микроэлектроники

**Более 500 наименований** для изготовления интегральных микросхем, МЭМС, полупроводниковых СВЧ приборов, силовых модулей, светодиодов, микросборок, корпусов микросхем.

Мы предлагаем огромный ассортимент:

- ▶ для любых задач;
- ▶ для любых производств;
- ▶ с доставкой из любой точки мира;
- ▶ с любыми условиями хранения.

Доверьте Остеку подбор и поставку материалов.  
Пусть наше время и опыт работают на вас.



будущее  
создается

[www.ostec-materials.ru](http://www.ostec-materials.ru)  
ООО «Остек-Интегра»  
(495) 788 44 44  
[materials@ostec-group.ru](mailto:materials@ostec-group.ru)  
[www.ostec-group.ru](http://www.ostec-group.ru)





## Видеть сегодня производство будущего невозможно, **НО ПУТЬ К НЕМУ — НЕОБХОДИМО**

Чем сложнее производство, тем сложнее учесть все факторы, от которых завтра будут зависеть его эффективность, рентабельность, конкурентоспособность его продукции. Опираясь на свой опыт и сотрудничество с ведущими мировыми поставщиками оборудования и технологий, мы содействуем комплексному развитию предприятий электронной и радиоэлектронной промышленности. Наш подход основан на пяти слагаемых: исследование, планирование, проектирование, оснащение, сопровождение. Эта формула технологического роста позволяет предприятиям найти оптимальный путь к успеху.



будущее  
создается

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

