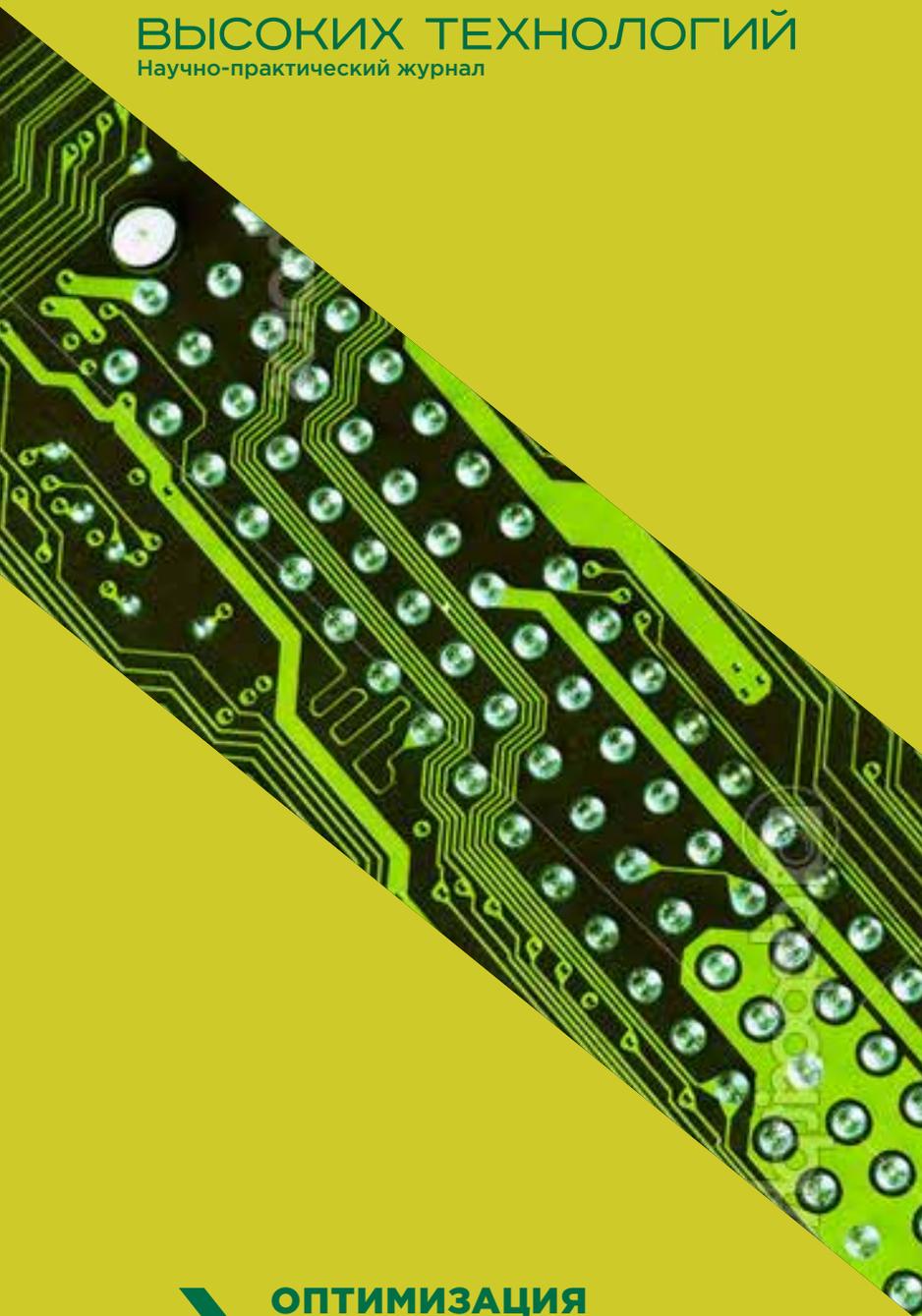


04 (09) июль 2014

# ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Научно-практический журнал



**ПЕРСПЕКТИВЫ**  
Дмитрий Железников

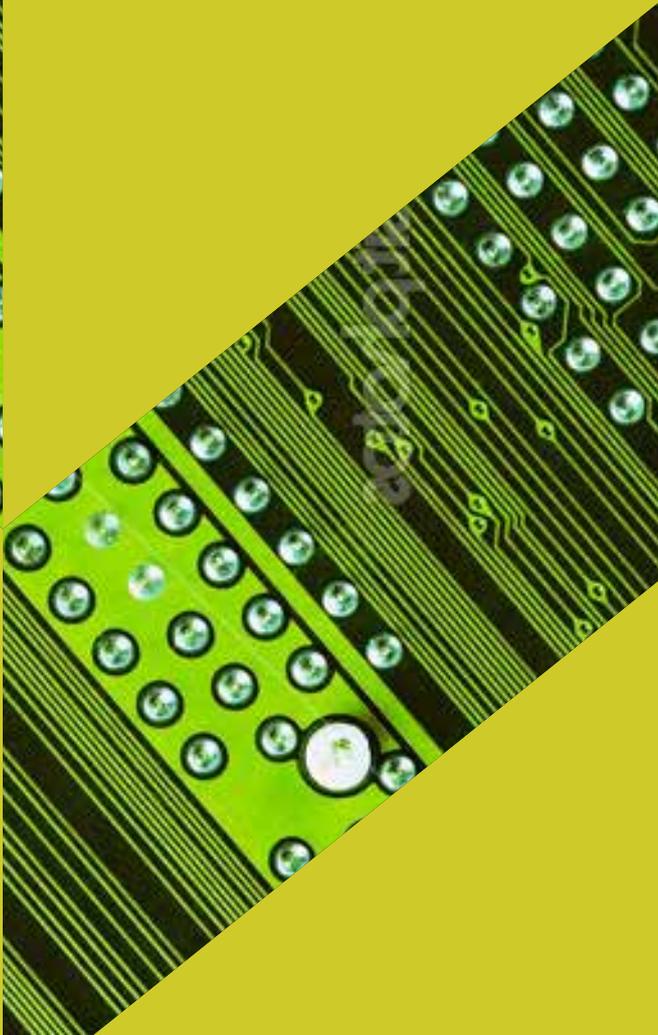
**8** ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО  
КАК ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ГОДА

**ОПТИМИЗАЦИЯ**  
Денис Васильев

**50** ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ:  
ЧТО? ГДЕ? КОГДА?

**ТЕХПОДДЕРЖКА**  
Илья Усов

**64** СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ  
ЗАЧИСТКИ ОБМОТОЧНОГО  
ПРОВОДА





Видеть сегодня изделия будущего невозможно,

## НО ТЕХНОЛОГИИ применения компаундов в их производстве — необходимо



Остек представляет современные системы подготовки, смешивания и дозирования материалов Dopaq. Они позволяют автоматизировать применение большинства клеев, герметиков и компаундов; повышают производительность и стабильность процесса; экономят расходные материалы и выводят производства на новый, современный уровень.

### ОБОРУДОВАНИЕ DOPAG — ЭТО:

- автоматизация процессов применения клеев, герметиков и компаундов с любым количеством компонентов;
- автоматизация процесса использования отечественных материалов, в том числе **Виксинт У-1-18, У-2-28, У-4-21, ПК-68, К-68, ВК-9, ЭЗК-6** и др.;
- автоматизация процесса использования материалов с наполнителями, включая кварцевый песок и алюминиевую пудру;
- коэффициент смешивания от 100:100 до 100:0,25;
- возможность дегазации, заливки в вакууме и координатного нанесения.



будущее  
создается

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



Решения в области заливки и герметизации



### Уважаемые коллеги!

Более 60% из опрошенных 104 ведущих российских и иностранных компаний из различных отраслей экономики либо уже внесли коррективы в свои планы и бюджеты по управлению персоналом в 2014 году, либо активно работают в этом направлении. Такие результаты опроса представила аудиторская компания KMPG в апреле этого года. В отличие от решений кризиса 2009 года компании более взвешенно подходят к процессу сокращения персонала: отмечу, что среди приоритетных рассматриваемых мер для сокращения издержек назывались повышение эффективности и вовлеченности персонала и пересмотр бизнес-процессов.

Вопрос повышения эффективности подняли в своих статьях сразу несколько авторов июньского номера журнала «Вектор высоких технологий». Как в Швейцарии — далеко не в самой дешевой стране — удастся создать конкурентоспособное рентабельное производство? Интересный практический пример приведен в статье «Контрактное производство 3D-MID: когда

в Швейцарии дешевле, чем в Китае». Еще одна статья «Процессный подход. Процесс. Основные понятия» рассматривает вопросы постоянного совершенствования систем управления компанией в сложной и динамичной внешней среде. Вопросу, что такое эффективное производство и необходимо ли оно, посвящена статья «Построение современной цифровой системы управления технологическими процессами». И, конечно, современное эффективное производство невозможно представить без системы прослеживаемости. Об этом в статье «Прослеживаемость: Что? Где? Когда?».

Тему повышения эффективности невозможно раскрыть в нескольких статьях в силу сложности и многогранности этого вопроса. Но я уверен, что в этом номере каждый найдет идеи и направления для дальнейшей, более глубокой проработки. И чем больше идей найдено в журнале, тем больше эффективность, не правда ли?

Эффективного вам чтения!

**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

## НОВОСТИ

- |  |   |
|--|---|
| <p>4 ОСТЕК — «ДИСТРИБЬЮТОР ГОДА» В ОБЛАСТИ ПРОДАЖ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ</p> <p>4 СОТРУДНИЧЕСТВО ГРУППЫ КОМПАНИЙ ОСТЕК И КОРПОРАЦИИ GENERAL ELECTRIC</p> <p>5 ПРОШЕЛ СЕМИНАР, ПОСВЯЩЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВУ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ</p> <p>5 СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ ЗАО «ОСТЕК-СМТ» И КОМПАНИЕЙ STORAGESOLUTIONS</p> | <p>6 НОВЫЙ САЙТ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВ, ГЕРМЕТИКОВ, КОМПАУНДОВ</p> <p>6 НОВАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА SONOSCAN FACTS<sup>2</sup> DF2400™</p> <p>7 EV GROUP ПОЛУЧИЛА НАГРАДУ ЗА ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ</p> |
|--|---|



## ПЕРСПЕКТИВЫ

**ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО КАК ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ГОДА** ..... 8

Автор: Дмитрий Железников

**СКОЛЬКО МОБИЛЬНЫХ МОЖНО ПОДЗАРЯДИТЬ ОТ ОДНОГО ЧЕЛОВЕКА. ЧАСТЬ 2** ..... 15

Автор: Николай Павлов



## ТЕХНОЛОГИИ

**КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ: ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ** ..... 26

Авторы: Василий Афанасьев, Никита Федоров

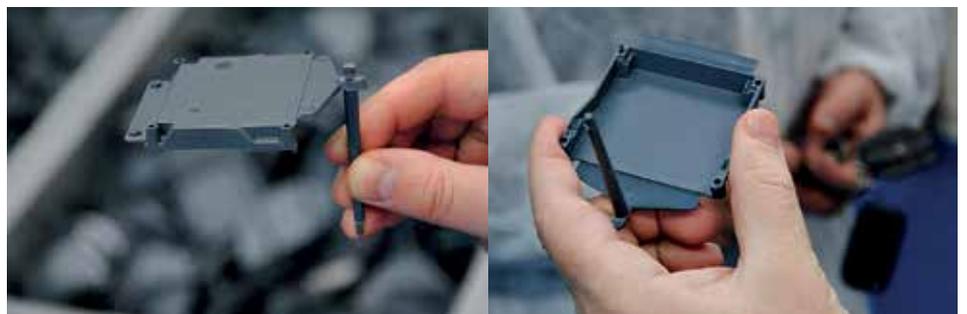
**КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО 3D-MID: КОГДА В ШВЕЙЦАРИИ ДЕШЕВЛЕ, ЧЕМ В КИТАЕ. ВИЗИТ В КОМПАНИЮ SICOR** ..... 31

Автор: Илья Шахнович

## КАЧЕСТВО

**ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД. ПРОЦЕСС. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ** .. 38

Автор: Александр Лисогор





ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 50

## ОПТИМИЗАЦИЯ

**ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ: ЧТО? ГДЕ? КОГДА? И ДРУГИЕ ВАЖНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА** ..... 50

Автор: Денис Васильев

**ПОСТРОЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ. ЦЕХОВОЙ УРОВЕНЬ УПРАВЛЕНИЯ** ..... 57

Авторы: Станислав Гафт, Олег Смагин

## ТЕХПОДДЕРЖКА

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЗАЧИСТКИ ОБМОТОЧНОГО ПРОВОДА** ..... 64

Автор: Илья Усов



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 64

## АВТОРЫ НОМЕРА

- Дмитрий Железников**  
 Главный специалист дирекции по маркетингу  
 marketing@ostec-group.ru
- Николай Павлов**  
 Главный специалист технологической поддержки ЗАО «НИИИТ»  
 edu@ostec-group.ru
- Василий Афанасьев**  
 Начальник отдела развития ЗАО «Остек-СМТ»  
 lines@ostec-group.ru
- Никита Федоров**  
 Начальник отдела технологий контроля ЗАО «Остек-СМТ»  
 info@ostec-ct.ru
- Илья Шахнович**  
 Заместитель главного редактора журнала «Электроника: НТБ»  
 journal@electronics.ru
- Александр Лисогор**  
 Заместитель Генерального директора по качеству  
 info@ostec-group.ru
- Денис Васильев**  
 Начальник группы проектов отдела перспективных технологий ЗАО «Остек-СМТ»  
 lines@ostec-group.ru
- Станислав Гафт**  
 Генеральный директор ЗАО «Остек-Инжиниринг»  
 okp1@ostec-group.ru
- Олег Смагин**  
 Ведущий специалист отдела подготовки проектов ЗАО «Остек-Инжиниринг»  
 okp1@ostec-group.ru
- Илья Усов**  
 Ведущий специалист отдела автоматизации точных производств ЗАО «Остек-ЭТК»  
 cable@ostec-group.ru

# НОВОСТИ



GE  
Measurement & Control

## ОСТЕК — «ДИСТРИБЬЮТОР ГОДА» В ОБЛАСТИ ПРОДАЖ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Компания Dow Corning, мировой лидер в области силиконов, технологий на основе кремнийорганических соединений и инновационных разработок, объявила, что Группа компаний Остек получила звание «Дистрибьютор года» в области продаж материалов для электроники Dow Corning в 2013 году. Остек, крупнейшая инжиниринговая компания в России и странах СНГ, заслуженно получила награду за выдающиеся показатели в области работы с потребителями продукции Dow Corning на российском рынке.

«Несмотря на то, что каждый из европейских дистрибьюторов Dow Corning обеспечивал исключительный сервис, Остек превзошел остальных дистрибьюторов по всем критериям, чем и заслужил столь значимую награду, – сказал Жан-Луи Леноэль, управляющий европейскими каналами сбыта Dow Corning. – Отдельно стоит отметить тесное сотрудничество Остека с одним из крупнейших российских производителей светодиодных светильников, в рамках которого инновационные технологии применения силиконовых материалов Dow Corning позволили производителю преодолеть ряд трудностей в процессе изготовления светильников и вывести новые продукты на рынок».

Для того чтобы стать номинантом на звание дистрибьютора года Dow Corning, компании должны соответствовать всем критериям, обеспечивающим высокий уровень поддержки и

сервиса клиентов Dow Corning и дистрибьюторов. Кроме того, номинанты должны выполнять план продаж, создавать новые возможности для роста бизнеса и активно продвигать высококачественные силиконовые материалы Dow Corning.

«В 2013 году европейское бизнес-сообщество все еще восстанавливалось после всемирного экономического спада 2009 года, и конкуренция среди номинантов была особенно жесткой, – добавляет Леноэль. – Стремление Остека к лидерству, инвестиции в растущий бизнес Dow Corning в России, экспертные знания по применению силиконов в электронике и производстве светильников стали ключевыми факторами в завоевании престижной награды». ▽

## СОТРУДНИЧЕСТВО ГРУППЫ КОМПАНИЙ ОСТЕК И КОРПОРАЦИИ GENERAL ELECTRIC

Группа компаний Остек уже более 12 лет успешно осуществляет поставки рентгеновских систем phoenix | x-ray на территории России и СНГ.

В 2007 году компания phoenix | x-ray стала частью корпорации General Electric, и с этого началось сотрудничество GE и Остека.

Сегодня мы с гордостью сообщаем, что Остек стал Генеральным дистрибьютором по поставкам промышленных рентген-установок GE Inspection Technologies, в прошлом известных как Seifert: x | cube, x | blade, blade | line. Начало нового этапа сотрудничества с GE позволит Остеку предлагать своим клиентам самый широкий перечень лучшего в мире оборудования для рентгеновской инспекции и томографии. ▽



## ПРОШЕЛ СЕМИНАР, ПОСВЯЩЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВУ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ

Более 40 предприятий российской оборонной промышленности посетили семинар, посвященный производству компонентов на основе керамики (LTCC, HTCC, MLCC и т.д.). Мероприятие, организованное ГК Остек и ставшее уже ежегодным, прошло 22 мая на территории Измайловского гостиничного комплекса в комфортабельном зале «Суздаль». В этом году рассматривались не только вопросы использования оборудования, которое Остек предлагает для проектов по керамике, но и вопросы реализации конкретных технологических процессов.

Ёжи Штупар, технический директор компании KEKO Equipment (Словения), лично представил российским специалистам установки фрезеровки сырой керамики (формирование компонентов сложной формы) и автоматической оптической инспекции трафаретной печати.

Представитель компании Sierratherm концерна Schmid Дэвид Мартин подробно рассказал об особенностях печей для спекания низкотемпературной керамики (LTCC). Половина семинара, по пожеланиям наших заказчиков, была посвящена изготовлению сеткотрафаретов. Руководитель отдела продаж трафаретного оборудования компании Итрако Аркадий Киселёв презентовал оборудование компаний Vochonow и Harlacher для производства сеткотрафаретов. В свою очередь, представитель компании MacDermid Autotype Елена Воронина поделилась богатым опытом именно по процессам и нюансам использования специализированных материалов для формирования самих печатных форм.

Участники семинара смогли обменяться мнениями, получить квалифицированные консультации, пообщаться на профессиональные темы. 

## СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ ЗАО «ОСТЕК-СМТ» И КОМПАНИЕЙ STORAGESOLUTIONS

ЗАО «Остек-СМТ» заключило эксклюзивный контракт с производителем систем автоматизированного складского хранения компанией StorageSolutions. Эта компания является крупнейшим европейским изготовителем и поставщиком оборудования для складов, предназначенных для хранения элементной базы в катушках, пеналах, поддонах и в россыпи.

Основные концепции оборудования StorageSolutions: сокращение времени подготовки комплектации, исключение влияния человеческого фактора, соблюдение условий хранения, максимально эффективное использование площадей. А также уникальное программное обеспечение, реализующее полный цикл прослеживаемости по каждому конкретному компоненту и абсолютный контроль над складом ЭРИ, включая обратную связь с автоматами установки компонентов в реальном времени. Способ хранения и выдачи, реализованный в автоматизированных складах, гарантирует максимальный срок жизни элементов и минимальное время подготовки к производству и делает их единственными системами автоматизированного хранения, в которых возможно хранение, автоматизированная выдача и загрузка компонентов в россыпи. 



## НОВЫЙ САЙТ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗИ- РОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВ, ГЕРМЕТИКОВ, КОМПАУНДОВ

Направление решений автоматизированного применения клеев, герметиков, компаундов запускает свой сайт [www.ostec-dispensing.ru](http://www.ostec-dispensing.ru).

Решения для автоматизированного применения клеев, герметиков, компаундов – это подготовка, смешивание и дозирование технологических материалов, применяемых для заливки и герметизации изделий от внешней среды. Ключевым принципом работы Группы компаний Остек в области решений для автоматизированного применения клеев, герметиков, компаундов является индивидуальный подход и предоставление заказчику комплексного решения по заливке и герметизации деталей: оборудования, материалов, технологии.

Новый сайт Направления решений для автоматизированного применения клеев, герметиков, компаундов, это:

- более 40 моделей современного оборудования;

- уникальные технологические решения;
- широкий спектр технологических материалов;
- постоянно обновляемая база знаний.

Накопленные нашей компанией знания и опыт позволяют реализовывать проекты любого уровня сложности: от маленького настольного исполнения (дозирование от 0,3 см. куб.) до высокопроизводительных промышленных систем с производительностью подачи и смешивания до 60 литров готового материала в минуту. 



## НОВАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА SONOSCAN FACTS<sup>2</sup> DF2400™

Система DF2400 – это представитель новейшего поколения автоматических машин серии FACTS<sup>2</sup>™ от компании Sonoscan.

Увеличенная производительность, большой набор опций и усовершенствованное программное обеспечение делают данную систему ультразвукового контроля наиболее оптимальным решением для крупносерийных производственных линий.

Конструкция DF2400 имеет два рабочих основания и позволяет одновременно работать с двумя преобразователями. Программное обеспечение разработано так, что сканируется только определенная, наиболее важная область исследуемого образца, а не вся рабочая зона. Таким образом, специалистам Sonoscan удалось увеличить производительность более чем в два раза по сравнению с другими машинами серии FACTS<sup>2</sup>™.

Система универсальна и используется для тестирования пластиковых корпусов, флип-чип компонентов в лотках стандарта JEDEC или на металлических держателях, а также для сканирования силовых модулей и других компонентов. Программное обеспечение позволяет использовать функции сканирования Thru-Scan™ и Reflection как в автоматическом, так и в аналитическом режимах. Качество воды внутри рабочей зоны также постоянно контролируется.

Благодаря использованию сканеров с запатентованной конструкцией приводов (DOLM) можно снизить

## EV GROUP ПОЛУЧИЛА НАГРАДУ ЗА ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

вибрации и увеличить скорость и точность сканирования ( $\pm 0,5$  мкм), а вакуумный захват специальной формы позволяет исследовать даже самые маленькие компоненты.

Специализированное программное обеспечение Sonolytics™ включает большое количество функций: PolyGate™ (для сканирования до 100 слоев образца за одну операцию), Acoustic Surface Flatness (ASF)™ (для измерений плоскостности поверхности) и Digital Image Analyzer (DIA)™, использующий современные алгоритмы для количественной оценки результатов сканирования изображений C-SAM.

На сегодняшний день DF2400 FACTS<sup>2</sup> является наиболее совершенной автоматической системой на рынке ультразвуковой инспекции. 



Триумф установки EVG®PHABLE™, первого полностью автоматизированного производственного оборудования, реализующего запатентованную технологию PHALBE™ компании Eulitha. Технология является уникальным бесконтактным решением для формирования периодических микро- и наноструктур.

Компания EV Group (EVG), ведущий поставщик оборудования для сварки пластин и литографии на рынке МЭМС, нанотехнологий и полупроводников, получила престижную награду за вклад в развитие технологий производства полупроводниковой электроники (Semiconductor Manufacturing Award) на церемонии CS International 2014 за систему для фотолитографии EVG®PHABLE™.

Установка, выпущенная в ноябре 2013 года, — первая полностью автоматизированная производственная установка, в которой реализована уникальная технология формирования периодических наноструктур. PHABLE™ (сокр. от photonics enabler — «помощник в области фотоники») — это запатентованная технология, разработанная компанией Eulitha для снижения стоимости изготовления периодических наноструктур, в настоящее время необходимых, главным образом, для производства структурированных сапфировых пластин (PSS-технология) и для применений в области фотоники. Компания EVG приложила весь свой опыт и знания, чтобы создать



систему, в которой реализована технология уникальной бесконтактной масочной литографии, обеспечивающей высокое разрешение производства наноструктур сразу по всей площади пластины (при высокой экономической эффективности). Эта инновационная технология использует все технические преимущества существующих фоторезистов и фотошаблонов, а также упрощает серийное производство массивов периодических структур, таких как матрицы отверстий или столбиковых структур либо создание линейных решеток на большой площади с высокой производительностью и размером элементов до 150 нм. В отличие от традиционных технологий контактной и проекционной литографии, а также литографии с зазором, большие расстояния между зазорами экспонирования (до нескольких сотен микрометров) не влияют на качество и точность получаемых структур. Таким образом, упрощается процесс таких структур на неровных поверхностях, например, на светодиодных пластинах. Фотолитографическая установка EVG@PHABLE™ востребована для производства светодиодов и фотоэлектроники как надежное высокопроизводительное решение для наноструктурирования. 

# ПЕРСПЕКТИВЫ

## Выставка ЭлектронТехЭкспо как Главное событие года



Текст: **Дмитрий Железников**

Когда выставки проходят каждый год, для посетителей они все похожи друг на друга как близнецы: тут оборудование, там оборудование, здесь конкурсы, презентации, встречи. Но, как и родная мать с первого дня легко различает двойняшек, так и для нас каждая новая выставка — это уникальный «ребенок», новая возможность показать свою компанию, оценить вектор развития рынка, встретиться со старыми друзьями, познакомиться с новыми. Не менее интересный момент — встреча лицом к лицу с конкурентами. Ну и, конечно же, демонстрация новинок оборудования, ведь слово выставка и происходит от слова — выставлять рис **1**.

Во время выставки тысячи посетителей проходят через наш стенд, многие не первый раз, а большинство

посещают ее каждый год. И все-таки давайте попробуем посмотреть на ЭлектронТехЭкспо свежим взглядом: мы расскажем о нашей внутренней кухне, о конкурсах, о нашем стенде во втором зале, на котором располагался НИИИТ. Может получится открыть для себя что-то новое?

Экскурсию начнем с демонстрации карты России. Интересно, что политический вопрос не прошел мимо нашего стенда и Крым, только-только вошедший в состав России, пришлось дорисовывать уже фломастером рис **2**.

Ну, а если серьезно, то эта карта располагалась рядом с примером организации MES (от англ. Manufacturing Execution System, система управления производственными процессами) на производстве. Тема



**1**  
Оборудование производств радиоэлектроники будущего



**2**  
Карта России без Крыма? Исправим!

MES и ERP (англ. Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) в последнее время, в связи со всеобщей автоматизацией отрасли, набирает обороты, и, конечно, Остек не смог пройти мимо. Это не просто наш стартап или новинка, это системы, которые уже работают на ряде предприятий. А для того, чтобы никто не проходил мимо, чтобы все знали и понимали, что же такое MES, наши специалисты не только три раза в день читали презентации, но и на каждой презентации проводили очень простой конкурс, наглядно демонстрирующий преимущества автоматизированного предприятия. Из зала приглашались три человека, они получали по три яблока, которые нужно было разрезать определенным образом. В среднем каждый участник справлялся с задачей за две–три минуты, объявлялся победитель. Но затем выходил участник со специальным ножом для резки яблок и выполнял эту же работу за двадцать–тридцать секунд. Разница очевидна, как очевидна она и при сравнении эффективности работы предприятий, применяющих и не применяющих MES **рис 3**.

Подобные системы (MES и ERP) позволяют увеличить эффективность предприятия за счет непрерывной



**3** Автоматизированное устройство по разделке яблок в руках у человека, чье присутствие на кухне нежелательно



**4** Система навигации по направлениям деятельности на стенде Остека



**5** Интерактивный стол сборки жгутов

балансировки и оптимизации ресурсов с помощью специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения (Wikipedia). ERP — комплекс более мощный, о нем вы можете прочитать в статье «Построение современной цифровой системы управления технологическими процессами. Цеховой уровень управления» в этом же номере журнала.

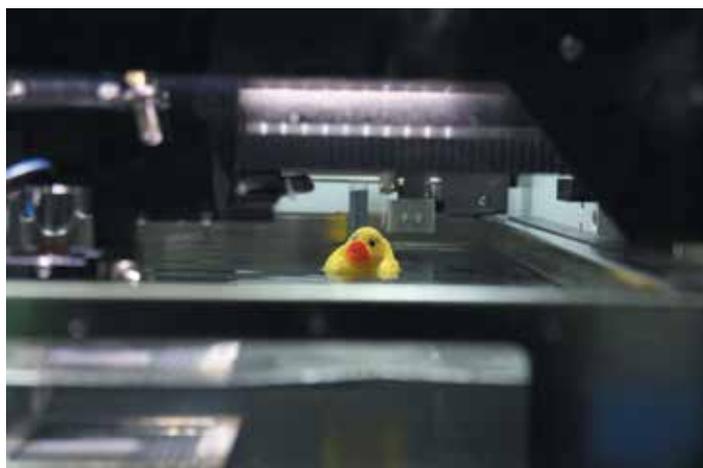
Следуя значкам навигации по стенду **рис 4**, после участия в конкурсе и поедания вкусных яблок мы попали на презентацию нового уникального продукта — многофункционального интерактивного стола для сборки жгутов на специальных производствах, в том числе предприятиях ОПК.

На презентации генеральный директор ЗАО «Остек-ЭТК» Андрей Голубьев рассказал, что в настоящее время сборка жгутов — это процесс, которого еще не коснулась автоматизация, что собирают жгуты люди опытные, но не имеющие преемников, обладающих такими же навыками. Сборка же происходит на фанерных столах, и повторяемость продукции зависит только от мастерства того же сборщика. Поэтому существует серьезный риск, что опытные сотрудники уйдут на пенсию, не успев передать свои знания. Новая система от ГК Остек позволяет избежать всех этих проблем **рис 5**.

Начиная работу, сотрудник считывает свой штрих-код, соответственно все дальнейшие действия записываются на него. Система интерактивного стола оснащена системой подсказок и «ведет» сотрудника по алгоритму сборки жгутов, не позволяя ему ошибиться: куда нужно установить фиксатор провода, в какой вывод стоит припаять какой из проводов и т.д. Если же сборщик все же ошибся, то система не даст продолжать сборку, пока ошибка не будет исправлена. Помимо этого, стол удобен в обращении, после считывания штрих-кода подстраивается под конкретного сотрудника, обеспечивая максимальную эргономичность и удобство работы. Несмотря на свой значительный вес стол мобилен за счет использования колес.



6 Безлюдно возле этого аппарата было только до открытия и после закрытия выставки



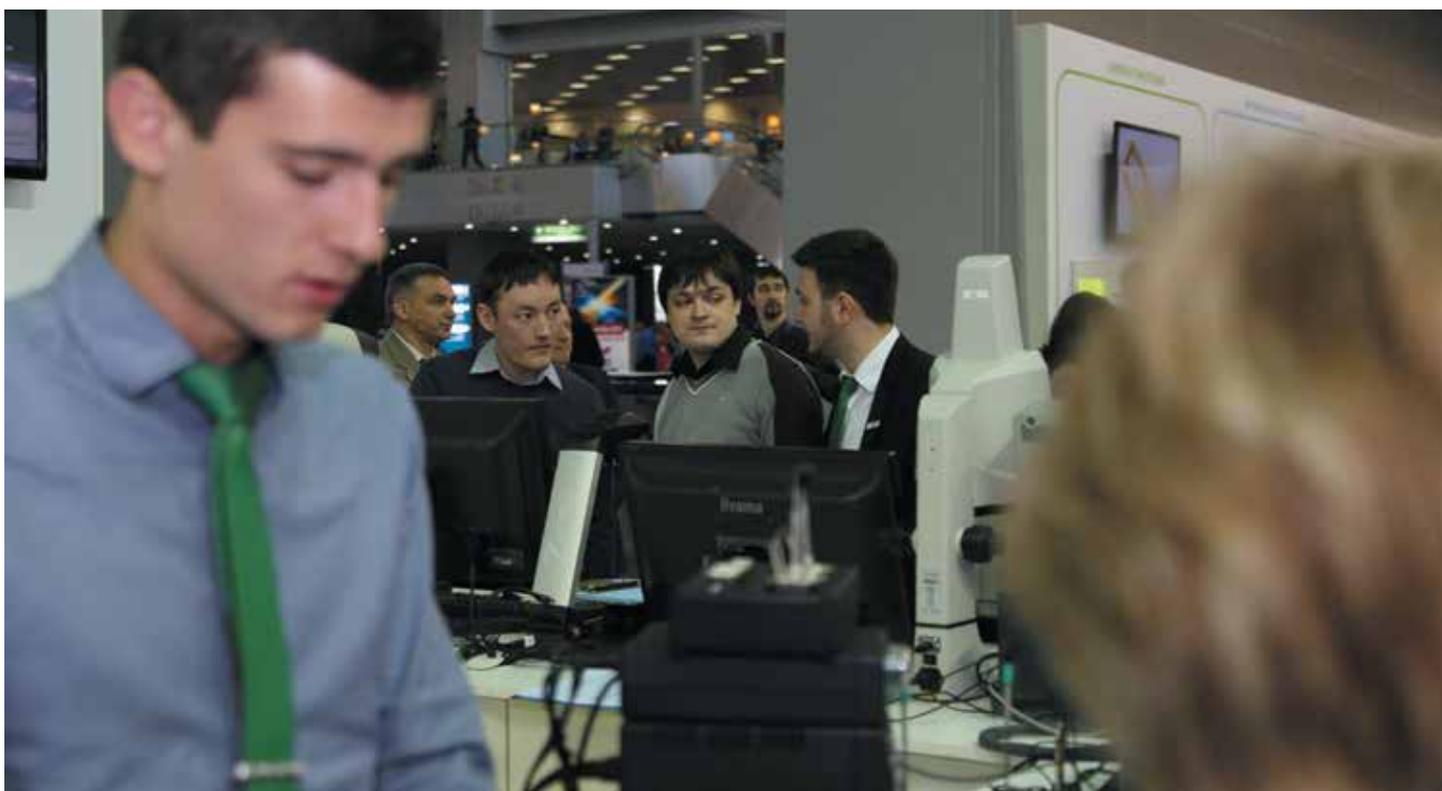
7 Вместе с платами в специальной жидкости аппарата Sonoscan Gen 6 плавали вот такие замечательные утки

Microme | x DXR рис 6 является ежегодным «магнитом» на нашем стенде, ведь наиболее прозорливые и опытные посетители выставки привозят свои электронные изделия, чтобы бесплатно сделать анализ дефектов и получить результаты на флеш-накопителе.

Не меньший интерес вызвали и другие виды неразрушающего контроля, например, аппарат компании Sonoscan с плавающими уточками рис 7 сразу привлекал внимание: «Что это за аппарат, почему в воду

кладут платы, как он работает»? Установка Gen6 — это универсальная система для акустической микроскопии. Аппарат идеально подходит для самых разных областей применения, таких как микроэлектронные компоненты, МЭМС, силовые модули, светодиоды, солнечные элементы и многое другое.

Самые простые по сути, но обладающие большими возможностями, микроскопы Hirox рис 8 также вызвали большой интерес. На таком оборудовании можно



8 На стенде визуального контроля



9 Награждение одного из победителей лотереи. Приз — осциллограф MDO 3000



10 Презентация новой установки дозирования материалов Dorag



11 Часть стенда Остека, посвященная микроэлектронике



12 Решение для климатических испытаний на базе камеры Espres



13 Главный технолог Остек-СТ Сержантов А.М. делится секретами производства с посетителями выставки



14 Установка прямого экспонирования Printprocess Apollon



15

Стол серии Атлант. Премьера ЭТЭ 2014



16

Тестер проводного монтажа Synor 5000 на столе Гефесд



17

Литьевые формы, выполненные на 3D-принтере

не только увидеть «надгробный камень» на печатном узле или физический дефект компонента, но и подробно рассмотреть бабочку, измерить размах крыла, получить трехмерное изображение.

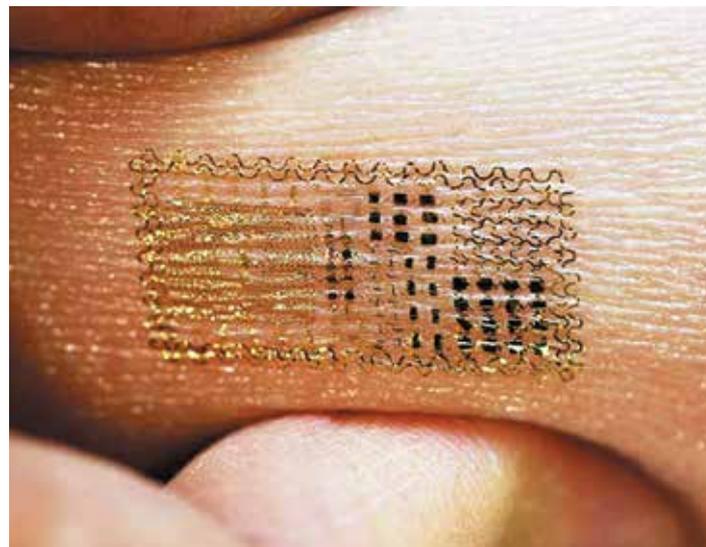
Очень сильно в этом году выступило ЗАО «Остек-АртТул» со своим осциллографом Textronix MDO 3000. Мощное представление осциллографа заключалось в масштабной модели MDO 3000 в человеческий рост в холле, презентациях о его преимуществах и розыгрыше настоящих осциллографов MDO 3000 рис 9.

Другая дочерняя компания Группы компаний, ООО «Остек-Интегра», презентовала новые системы дозирования материалов Dorag рис 10, систему промышленной очистки Amsonic. Подобные системы также стали премьерой Остека на выставке ЭТЭ 2014.

Все большую значимость в нашей отрасли приобретает микроэлектроника, а учитывая последние события (куда же опять без политики) — возможные ужесточения ограничений по ввозу компонентов — необходимость наращивания собственной компонентной базы становится очевидной. Немалая часть экспозиции на стенде Остека была посвящена этому сегменту отрасли рис 11, в том числе установка прецизионной резки ADT 7100 ProVectus, установка лазерной маркировки Miyachi ML7350, автоматическая установка разварки выводов 3700Plus.

Небольшую часть на стенде Остека занимало ЗАО «Остек-Тест», представившее климатическую камеру Espes рис 12.

Основная тематика направления химико-технологических решений, ООО «Остек-СТ» — оснащение производств печатных плат, гальванических производств,



18

Пример печатной электроники — «татуировка», позволяющая удаленно контролировать состояние здоровья человека

очистные сооружения и водоподготовка рис 13. Среди оборудования была представлена установка прямого экспонирования Printprocess Appolon, обладающая высокой производительностью экспонирования (до 120 заготовок в час), высоким разрешением (ширина проводников до 25 мкм), возможностью масштабирования каждой заготовки индивидуально и другими преимуществами рис 14.

Приятно удивили антистатические столы Гефесд, вернувшиеся с успешных гастролей по мюнхенской Продуктронике. Гефесд продолжает активно развиваться, вводя новые позиции и увеличивая производственные мощности рис 15.

Если 2-3 года назад на стенде Остека по функциональному и электрическому тестированию солировала SPEA, то сейчас ассортимент значительно расширился. Помимо оборудования для тестирования печатных узлов есть и устройства для тестирования проводного монтажа рис 16.



19 Пример антенны с применением технологии 3D-MID



20 Пример промышленного 3D-принтера voxeljet VX2000

Затем наша экскурсия перешла во второй зал, где, несмотря на меньшую площадь экспозиции, было много интересного. Несколько раз в день специалисты ЗАО «НИИИТ» проводили презентации по печатной электронике, технологиям 3D-MID, а также по действительно новой для нас теме — трехмерной печати рис 17.

Но обо всем по порядку. Тремя этими темами занимается наше подразделение НИИИТ (Научно-исследовательский институт инновационных технологий). Собственно, с печатной электроники, технологии очень передовой, самой что ни на есть инновационной, и началось его создание. Изделия печатной электроники обладают четкими преимуществами: легкость, гибкость, универсальность, технологичность, невысокая стоимость рис 18. Все эти качества определяют светлое будущее таких изделий, поэтому Остек создал собственный научно-исследовательский центр по печатной электронике, заложив тем самым основу для развития этой технологии в нашей стране. Развивая наш центр, мы создаем рабочий инструмент для отработки технологических решений, исследования и испытания материалов, редизайна традиционных изделий в печатные изделия, создания прототипов, опытных образцов печатных изделий электроники и проведения их комплексных испытаний.

Другая интересная и инновационная тема, развиваемая НИИИТ — трехмерные схемы на пластиках или 3D-MID рис 19. Технология 3D-MID обеспечивает высокую гибкость проектирования за счет возможной интеграции электронных, механических и оптических элементов, широких возможностей по форме устройства и его миниатюризации в целом. В России о техно-

логии первый раз заговорили в 2012 году на международном симпозиуме Асолд. Затем, уже в 2013, Остек провел международную конференцию непосредственно по технологии 3D-MID, собрав самых известных специалистов в этой области со всего мира.

В этом году Остек и НИИИТ приготовили очередную технологическую новинку — 3D печать. Несмотря на то, что о технологии давно говорят, по-настоящему мощных промышленных устройств у нас в стране пока нет, и все разговоры о 3D-принтерах находятся на уровне или стартапов, или небольших принтеров для печати фигурок. Решения, которые представляет Остек — это промышленные принтеры рис 20 с широким спектром использования на реальных производствах, в том числе в автомобилестроении, машиностроении, а также архитектуре и научных исследованиях.



21  
Посетители ЭлектронТехЭкспо остались довольны

**Каждая выставка ЭлектронТехЭкспо — это выжимка всего предшествующего года. Год, как видим, получился интересным, со множеством ярких событий. У нас появились новые технологии, родились новые уникальные продукты. Продукты, которые были новинками в прошлом году, не ушли в небытие, а успешно развиваются. Выставку можно признавать успешной только тогда, когда каждый ее посетитель находит для себя что-то новое и интересное рис 21.** 

# СКОЛЬКО МОБИЛЬНЫХ МОЖНО ПОДЗАРЯДИТЬ ОТ ОДНОГО ЧЕЛОВЕКА

## Часть 2

Начало в журнале  
«Вектор высоких технологий» № 2 (7) март 2014



Текст: **Николай Павлов**



В первой части статьи был представлен обзор изделий харвестинга, вырабатывающих электрическую энергию из солнечного света, энергии электромагнитных полей и тепловой энергии. Была дана общая оценка перспективам развития технологии с экономической точки зрения. Сегодня мы рассмотрим оставшийся источник получения энергии — различные типы движения, а также оценим, сколько энергии сможет выработать человек непроизвольно и при направленном воздействии.

## Энергия всякого рода движения (ветер, ходьба, кручение колеса и т.п.)

Если рассматривать механические воздействия, то источником энергии может стать очень широкий круг явлений природы, процессов, создаваемых человеком и техникой. Первое, что приходит в голову — это ветряки, обеспечивающие солидный процент в общей энерговыработке многих стран уже сегодня. Предлагаются и испытываются станции, работающие от силы течений, приливов и отливов. Но существуют ли такие «портативные» системы? Оказывается, да. На рис. 1 представлен предлагаемый дизайнером Дэниэлом Хуллом (Daniel Hull, Австралия) проект портативной гидротурбины. Вся система размещается в небольшом заплечном рюкзаке, в котором не только хранятся детали турбины, но и расположены батареи для накопления электроэнергии и кабели подключения. Такая разработка позволит подзаряжать портативные устройства и обеспечивать освещение в туристической поездке или на отдыхе.

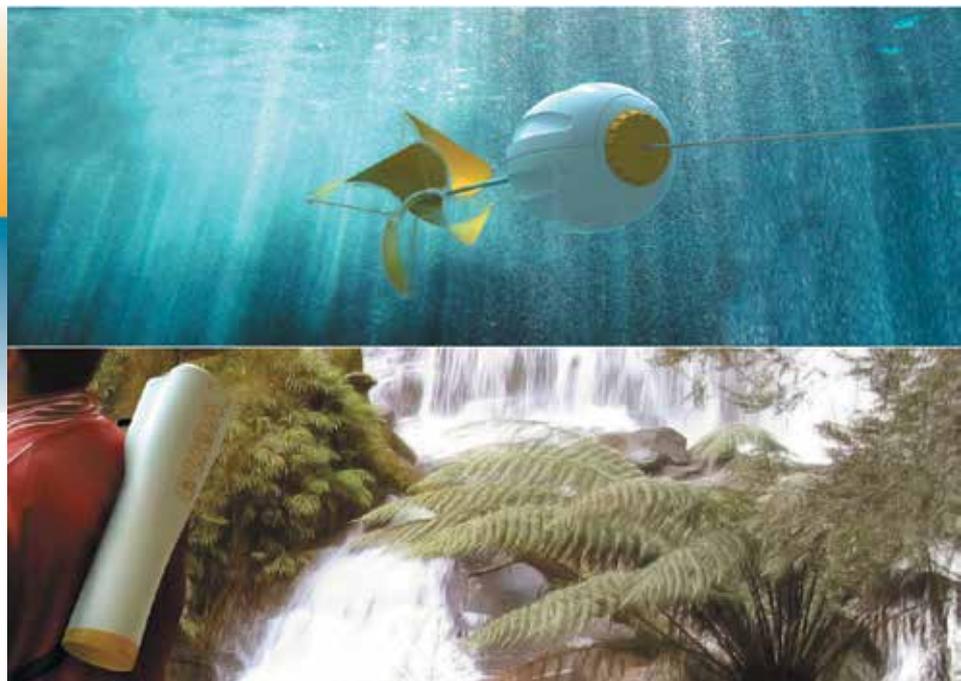
Другим примером может служить энергия вращения и вибрации, создаваемая колесами железнодорожных составов или любых других транспортных средств. На выставке Energy Harvesting & Storage Europe компанией Perpetuum был представлен вибрационный генератор энергии — VEN (Vibration Energy Harvester), показанный на рис. 2. Этот беспроводной датчик-генератор выраба-

тывает 10-15 мВт электроэнергии. За счет полученной от вибрации электроэнергии VEN измеряет температуру и передает её по беспроводной связи оператору. Такой датчик прост в установке и эксплуатации, позволяет мгновенно фиксировать критическое повышение температуры в подшипниках, тем самым предотвращая масштабный дорогостоящий ремонт подвижного состава. На июнь 2013 года Perpetuum заключила с Southeastern Railways договор на установку таких датчиков в 148 составах. Данная система может применяться и на других колесных видах транспорта, особенно на отечественных дорогах, где уровень вибраций ощутимо высок.

Недавно в журнале «За рулем» на эту тему была опубликована статья о разработке новых типов амортизаторов, в которых энергия движения преобразуется в электричество и позволяет регулировать плавность хода.



Статья о новых типах амортизаторов из журнала «За рулем»



Если вспомнить, то у каждого, у кого был велосипед, скорее всего тоже имелось устройство харвестинга для работы фонаря в темное время суток. Лично у меня было примерно такое, как на рис 3, и должен сказать, что после его подключения крутить педали было ощутимо тяжелее. Некоторые разработчики предлагают и вовсе превратить велосипед в один сплошной генератор энергии (см. врезку).

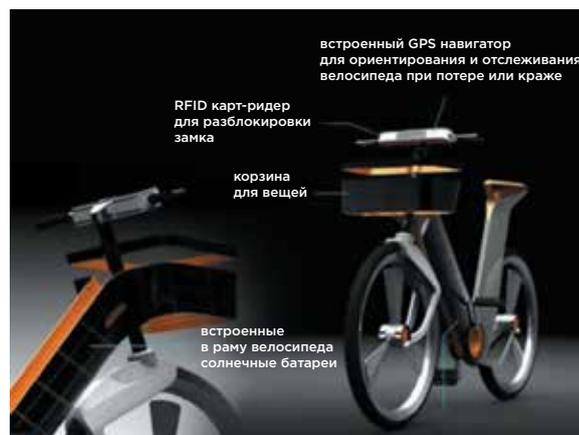
Харвестеры, встроенные в различные строительные решения, также могут производить вспомогательную электроэнергию, которую можно использовать для подсветки, обеспечения питанием беспроводных сетей связи и других применений, не требующих больших мощностей. Примеры таких разработок компании Fluxlab и других производителей показаны на рис 4.

Еще одним источником энергии можно считать движения, создаваемые человеком при нажатии на различные кнопки, клавиши и тумблеры. К примеру, в результате нажатия простой клавиши выключателя генерируется достаточное количество энергии для работы беспроводного радиочастотного передатчика сигналов. Пример такой разработки приведен на рис 5. Это устройство было представлено на выставке Energy Harvesting & Storage Europe компанией Chery. При нажатии вырабатывается от 0,2 до 0,5 мВт при усилии 8 кг·м/с<sup>2</sup>, которых достаточно для работы передатчика на частоте 2,4 ГГц и расстоянии до 10 м, а при работе на частоте 868 МГц до 300 м. Если используется несколько выключателей, у каждого может быть свой уникальный идентификационный номер, привязанный к конкретному объекту, или несколько выключателей могут быть привязаны к одному объекту. Разработчики утверждают, что наработка на отказ должна составлять до миллиона нажатий.



Видео получения энергии, создаваемой человеком при нажатии кнопки, клавиши, тумблера

На сегодняшний день существуют и разработки миниатюрных харвестеров, работающих от механических воздействий. В качестве наиболее впечатляющего примера хочу привести разработку исследователей лаборатории Чжун Лин Ван (Zhong Lin Wang, Georgia Tech), которым удалось создать миниатюрный харвестер, питающий жидкокристаллический дисплей. Выработка электроэнергии происходит от сжатия генератора пальцами рис 6. В качестве источника можно рассматривать биение сердца, движение диафрагмы при дыхании или подошвы ботинок при ходьбе.



Встречаются и оригинальные концепты харвестеров, извлекающих энергию из максимально возможного количества источников. В качестве примера приведен концепт велосипеда, представленного дизайнером Бенем Лаи (Ben Lai) из Сингапура. Кроме генерации энергии за счет механического вращения колес при движении он способен вырабатывать энергию за счет солнечных батарей и небольших ветряков, роль которых выполняют колеса велосипеда в неподвижном положении. От указанных источников получают электропитание:

- встроенные батареи для накопления и хранения энергии;
- GPS-навигатор с функцией поиска и защиты от воров;
- встроенный RFID приемо-передатчик для снятия замка блокировки колес.

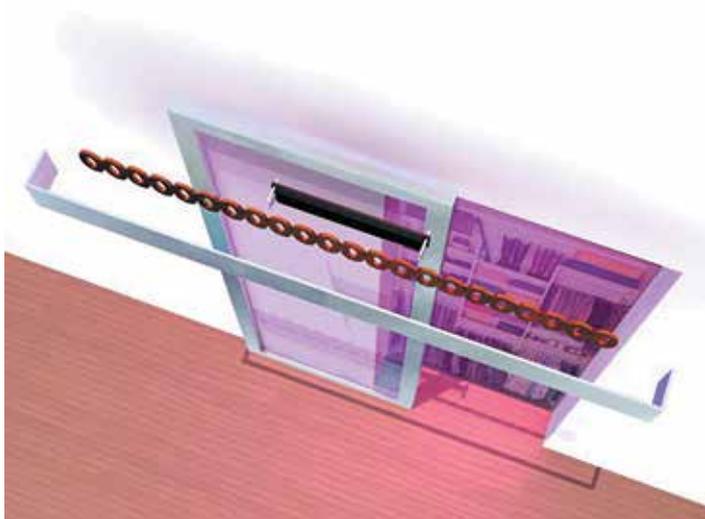
Автор признает, что пока это только концепт, но кто знает, что станет возможным в ближайшем будущем.



2  
Вибрационный генератор энергии VEN



3  
Велосипедная динамо-машина



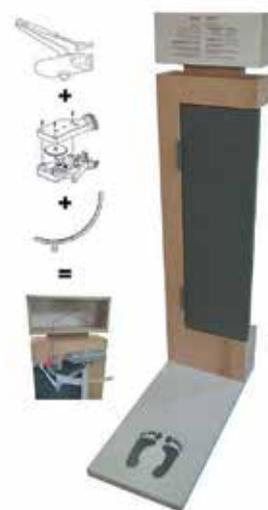
4  
Харвестеры, встроенные в конструкции помещений

Автоматический доводчик

Ручной динамо-фонарь

Встроенная зубчатая передача

Дверь с механизмом энергосъема



Механизм с маховиком и шестернями

Вращающееся магнитное кольцо

Фиксированное кольцо

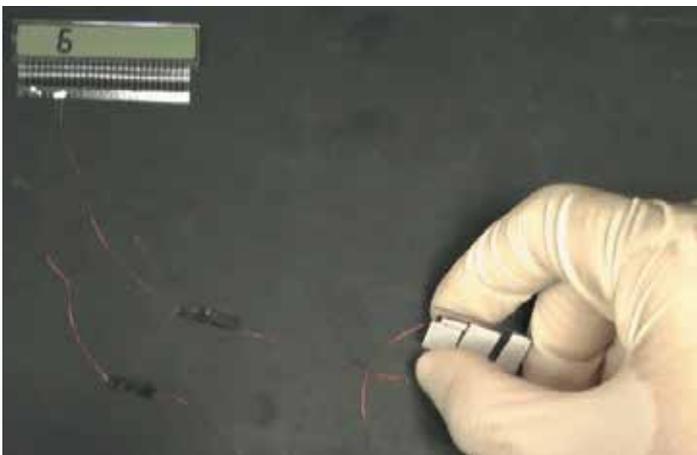
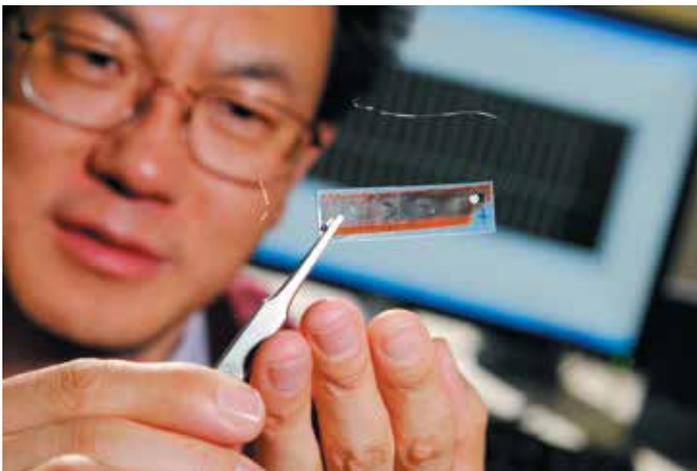
Защитный стеклянный кожух

Дверные полотна и крепеж





5 Беспроводной передатчик, вырабатывающий энергию от нажатия клавиши



6 Миниатюрный харвестер, вырабатывающий энергию при сдавливании его пальцами

Путем объединения электроэнергии, получаемой от миллионов наноразмерных проводников из оксида цинка, вырабатывается напряжение до 3 В с силой тока до 300 нА. Для формирования этого генератора были выращены решетки из нового типа нанопроводов конической формы. Выращивание монокристалльных вертикальных решеток нанопроводов проводилось с помощью гидротермального разложения при 230°C. Провода были вырезаны из растящей их подложки и помещены в спиртовой раствор. Затем раствору с содержанием нанопроводов дали стечь на тонкий металлический электрод и лист гибкой полимерной пленки. После вы-



7 Структура миниатюрного харвестера

сыхания спирта был создан новый слой, сформированы конечные структуры размером 2x1,5 см. Вся структура представлена на рис 7.

Вырабатываемой генератором электроэнергии достаточно для питания жидкокристаллического дисплея от калькулятора. Этой же энергии должно хватать для питания автономных систем мониторинга жизненных показателей человека или различных датчиков при наличии систем накопления.

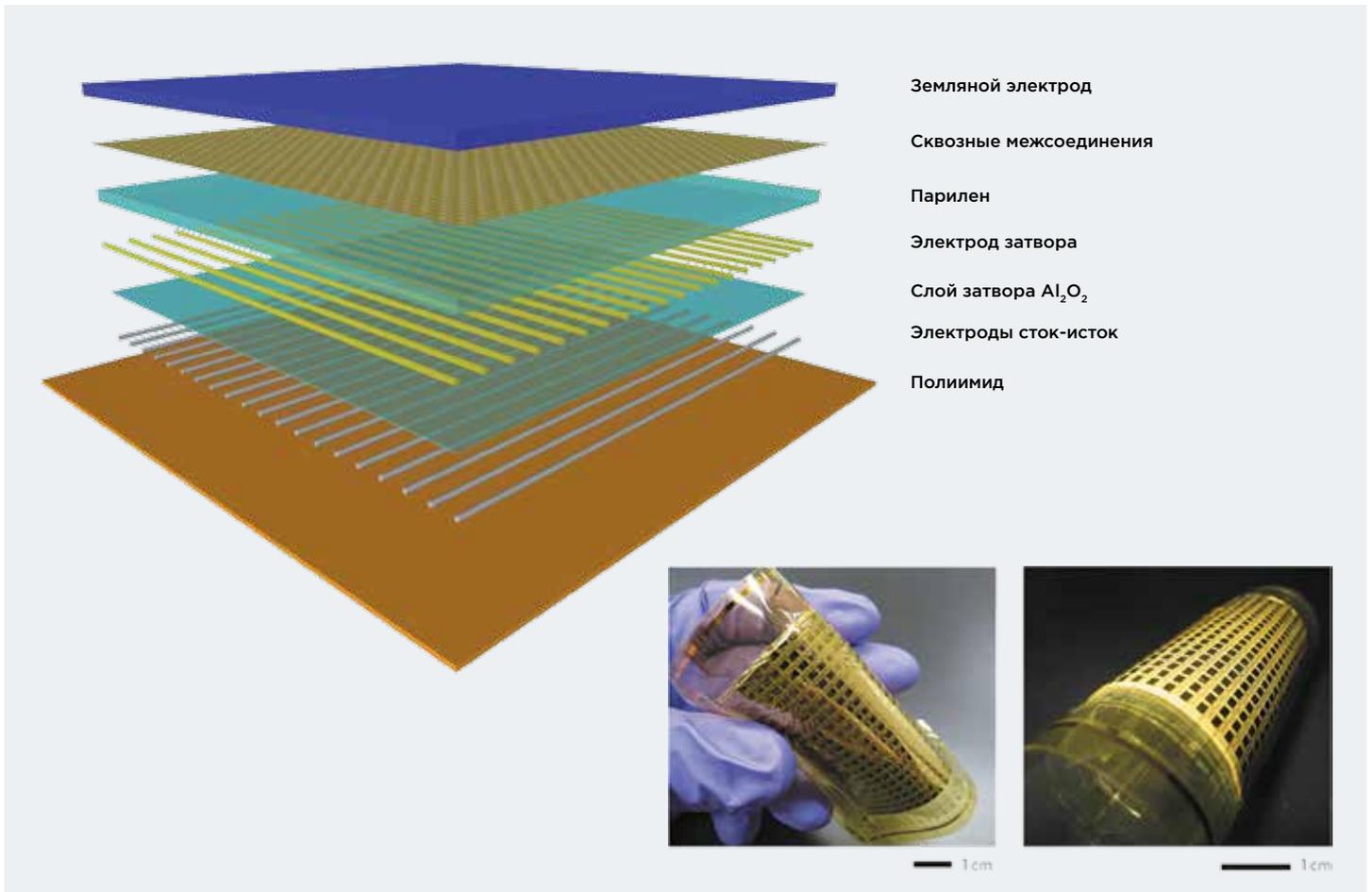


Видео работы миниатюрного харвестера, питающего жидкокристаллический дисплей

Харвестер, размещаемый на теле человека, разработал профессор Али Джавей (Professor Ali Javey) из Беркли. Представленная на рис 8 структура размером 7x7 см содержит схему с активной матрицей, позволяющей генерировать до 5 В за счет движений и сокращений кожи человека. Разработчики утверждают, что все характеристики будут сохраняться до 2000 циклов сжатий даже с малыми радиусами изгиба до 2,5 мм.

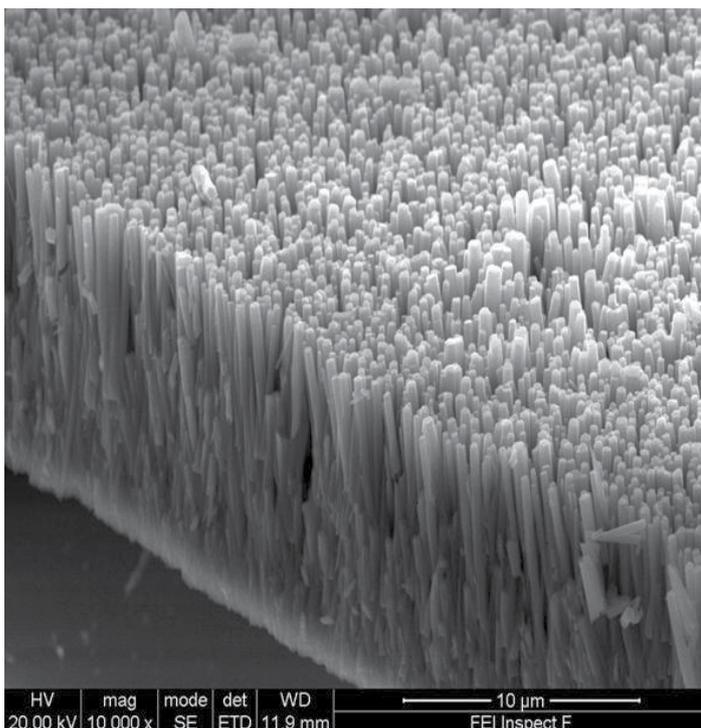
Получить представление о структуре электровырабатывающего слоя можно из иллюстрации Стива Данн и Мари Квин (Steve Dunn and Queen Mary, Университет Лондона), приведенной на рис 9. На снимке показан фрагмент пьезоэлектрического слоя оксида цинка, который преобразует вертикальные вибрации основания с нанесенным слоем в электрическую энергию.

Нанесение тонкого слоя материала на подвижные части позволяет рассматривать их в качестве генераторов малых токов и напряжений.



8

Структура и внешний вид закрепляемого на коже харвестера



9

Пьезоэлектрический слой оксида цинка

**Использование механических и акустических вибраций в качестве источников энергии может стать ключом к получению энергогенерирующих систем на большом классе платформ, ведь большинство процессов, происходящих вокруг нас, производят вибрацию, движение или шум**

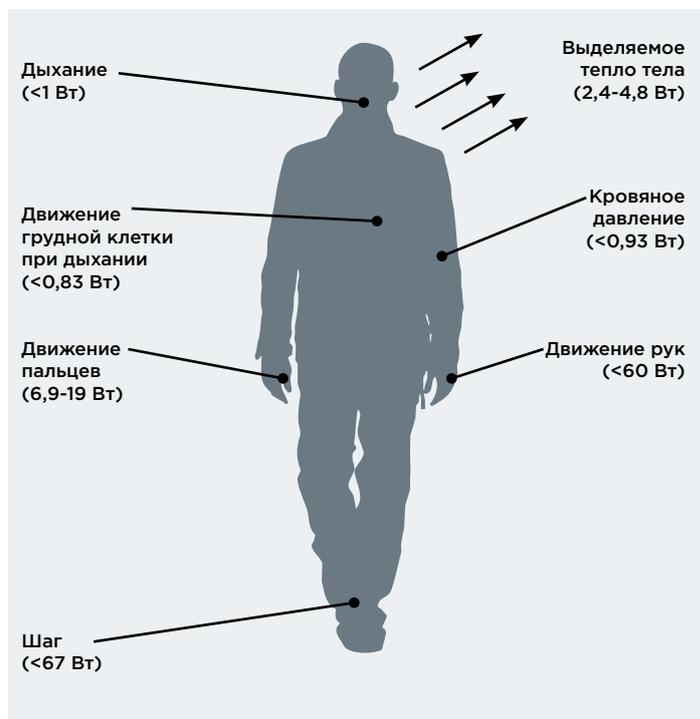
## Человек

Во многом и сам человек является «источником энергии», вспомните фильм «Матрица», где вполне наглядно было показано такое использование. При этом и без специальных капсул тело человека излучает энергию, на **рис 10** представлена оценка выделяемой человеком энергии. В **Т 1** дана информация о суммарной выделяемой человеком энергии в зависимости от его состояния<sup>1</sup>.

Всю выделяемую человеком энергию можно разделить на:

- произвольную (тепловая энергия, механическая энергия дыхания и др.);
- преобразованную из различных видов воздействий (энергия, выделяемая при ходьбе, движении рук и др.).

Пример преобразования произвольно производимой человеком энергии был приведен в разделе о харвестерах, работающих от тепловой энергии (встроенные в рубашку теплогенераторы, работающие от разницы температур тела человека и окружающей среды) и харвестерах, работающих от механических движений (гибкая матрица пьезогенераторов). Но кроме механической и термальной энергии можно использовать, например, энергию дыхания **рис 11**. Миниатюр-



**10** Выделяемая телом человека энергия

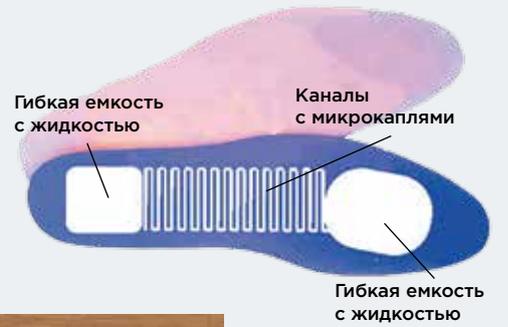
**Т 1** Суммарная выделяемая человеком энергия

Состояние	Затрачиваемая энергия, килокалорий/час	Выделяемая энергия, Ватт
Сон	70	81
Положение лежа	80	93
Положение сидя	100	116
Положение стоя	110	128
Общение	110	128
Прием пищи	110	128
Прогулка	140	163
Вождение автомобиля	140	163
Игра на скрипке или пианино	140	163
Домашние работы	150	175
Столярные работы	230	268
Туристическая прогулка со скоростью порядка 6,5 км/час	350	407
Плавание	500	582
Скалолазание	600	698
Бег на большие расстояния	900	1 048
Бег на короткую дистанцию	1 400	1 630

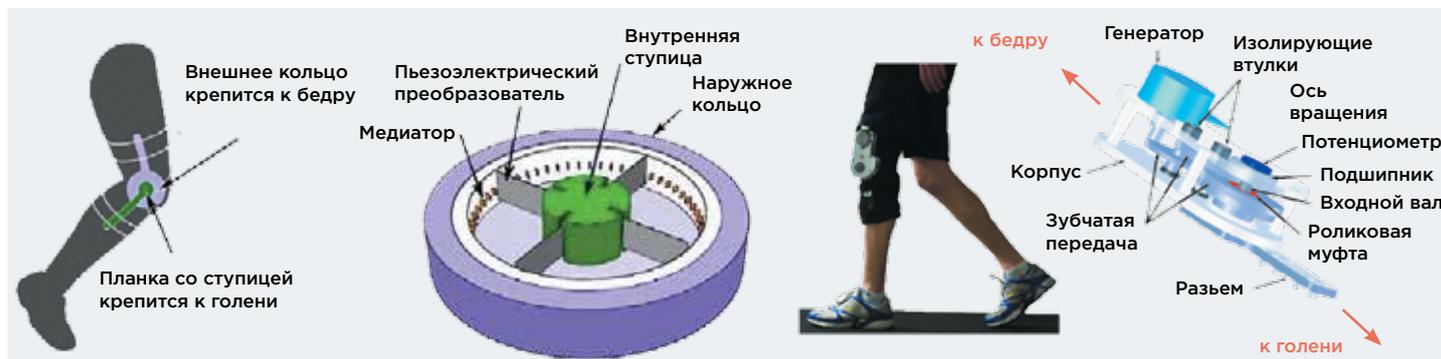
<sup>1</sup> Starner, T., «Human powered Wearable Computing», In IBM System Journal, Volume 35 (3), pp. 618-629, 1996.



11 Турбина, работающая от дыхания человека



12 Различные харвестеры, встроенные в обувь



13 Харвестеры, работающие от сгиба суставов при движении



14 Встроенный в протез харвестер



Видео с примером преобразования механического движения при ходьбе в электроэнергию

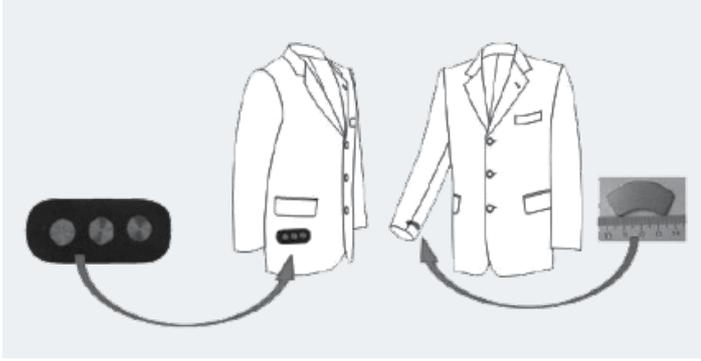
ная турбина вырабатывает электроэнергию, и во время сна вы будете подзаряжать плеер «от самого себя». А храпящие люди вполне смогут запитать электронику и с большим энергопотреблением.

Человек постоянно находится в движении, наверное, за исключением офисных работников, хотя и они постоянно двигают руками. Существуют разработки, позволяющие использовать эту энергию. При ходьбе человек совершает два типа движений: по горизонтали — поступательное (вперед) и по вертикали — последовательное движение (циклическое передвижение рук и ног). Каждый из этих типов движений может быть переведен в электрическую энергию, правда, не всегда одновременно. Уже достаточно примеров, эксперимен-

тальных прототипов и вполне основательных разработок, имеющих перспективу широкого внедрения и выхода на рынок РИС 12.

В качестве харвестеров используют и устройства, вырабатывающие энергию при работе мышц ног и рук РИС 13. Устройство приводится в движение при сгибе и за счет этого движения вырабатывается электроэнергия.

Особую перспективность подобные применения имеют в протезировании. Протез со встроенной системой энергогенерации позволяет устанавливать различные датчики физического состояния, он автономен и может рассматриваться в качестве источника подзарядки мобильных устройств. Пример таких разработок приведен на РИС 14.



15  
Вшитый в пиджак магнитный харвестер



16  
Образцы военного применения харвестеров

Альтернативным вариантом харвестера может служить разработка с вшитыми магнитами и катушками-съемниками энергии различных форм рис 15. В отличие от предыдущих изделий в таких реализациях механическое сопротивление движению отсутствует.

Отдельно стоит рассматривать подобные технологии в военной сфере. Очень заманчивой является возможность получить высокую степень энергонезависимости каждого конкретного бойца, уменьшить вес носимых батарей и аккумуляторов (по подсчетам на сегодняшний день военнослужащий армии США, использующий различные электронные устройства в походных условиях, несет на себе до 13 кг батарей). Примеры таких устройств механической энергогенерации для военных приведены на рис 16.

Охватить даже в двух статьях все новые разработки, которые появляются в широком доступе по тематике харвестинга, невозможно. Я постарался показать лишь часть устройств, наиболее интересных и демонстрирующих возможности как на уровне блоков и модулей, так и на микроуровне при встраивании в различные материалы и системы. Все эти разработки говорят о том, что в ближайшем будущем должны появиться изделия, позволяющие если не полностью, то хотя бы частично, перевести устройства на самостоятельное энергопитание за счет харвестинга. ▣



Видеть сегодня устройство изделий  
будущего невозможно, **НО ТЕХНОЛОГИИ  
КОНТРОЛЯ  
ИХ КАЧЕСТВА —  
НЕОБХОДИМО**



### Phoenix x-ray v|tome|x L300

Промышленный компьютерный томограф

- Поиск скрытых дефектов в изделиях, в том числе микронных размеров
- Работа с крупными заготовками с линейными размерами до 800 мм и более
- Измерение размеров внутренних полостей и толщины стенок
- Обратное проектирование: измерение всех размеров объекта с последующим построением CAD-модели



будущее  
создается

www.ostec-ct.ru  
ЗАО «Острек-СМТ»  
(495) 788 44 44  
info@ostec-ct.ru  
www.ostec-group.ru



Решения для неразрушающего контроля на основе рентгенографии и томографии

# ТЕХНОЛОГИИ

Конференция  
по компьютерной  
томографии:

## ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Текст: Василий Афанасьев  
Никита Фёдоров

”

В 2014 году исполнилось полтора года направлению компьютерной томографии ЗАО «Остек-СМТ». Если после полугода работы можно было увидеть чёткие перспективы развития, однако выводы делать было еще рано, то сегодня уже можно с уверенностью говорить о достижении значительных результатов и о растущем интересе к технологии как со стороны «родной» для Группы компаний Остек радиоэлектронной промышленности, так и со стороны организаций, занятых в сфере нефтегазовой и металлообрабатывающей отраслей. Особенно отрадно, что львиную долю успеха развития КТ в нашей стране составляет работа специализированного направления Остек-СМТ. Определенной вехой, на которой были подведены итоги работы, стала II Международная конференция, проведенная совместно с компанией General Electric 18-19 марта в Москве.



1  
Пленарная часть Конференции

Первая конференция, которая прошла в 2013 году, обозначила вектор развития молодого и перспективного направления компьютерной томографии. Однако тогда подводить итоги было еще рано, мероприятие было немногочисленным, все тематические доклады следовали один за другим. В этом году конференция прошла уже совершенно на другом уровне. Основной особенностью мероприятия стало разделение участников «по интересам», что больше соответствует статусу конференции. Слушатели смогли получить больше информации об исследованиях в схожих областях, пообщаться со своими коллегами, поработать на конференции именно по своей тематике, без необходимости слушать доклады, касающиеся других отраслей. Были сформированы три секции: «Материаловедение и металлообработка», «Нефть и газ» и «Электроника и микроэлектроника».

Также в этом году изменились количество и состав докладчиков. В 2013 году большинство докладов было прочитано организаторами конференции. В этот раз к организаторам присоединились научные работники ряда крупнейших вузов страны, таких как: МГУ, ВлГУ, МФТИ, КФУ и НИУ МЭИ; представители крупнейших отечественных предприятий: ВНИИА, ГРПЗ и РКС; руководители и специалисты ряда компаний, имеющих опыт применения томографии в своей сфере деятельности.

Значительно увеличилось и число участников: в конференции приняли участие 95 специалистов ведущих отечественных предприятий.

### Конференция по компьютерной томографии 2014 в цифрах



## Конференция 2014 в деталях

Конференция началась с общей для всех пленарной части. Первым взял слово Никита Фёдоров, начальник отдела технологического контроля ЗАО «Остек-СМТ» **рис 1**.

В своём докладе он озвучил наиболее значимые события и новости, произошедшие после первой конференции:

- расширено сотрудничество Остек-СМТ и GE. ЗАО «Остек-СМТ» назначено Генеральным партнёром по поставкам инспекционных систем рентгеновского контроля на территории РФ и СНГ;
- в портфель поставок Остека добавились рентгеновские телевизионные системы, в прошлом известные как Seifert. Они предназначены для контроля литья и крупных металлических изделий;
- запущен специализированный сайт [www.ostec-st.ru](http://www.ostec-st.ru) с постоянно обновляемым разделом «База знаний», где можно изучить статьи, посмотреть видео- и фотоматериалы;
- первый в РФ томограф внесён в Государственный реестр средств измерений;
- принято решение об открытии Центра Рентгеновских Технологий Контроля (ЦРТК) во Владимире.

После открытия Центра все желающие могут провести пробные исследования на самом передовом оборудовании производства GE;

- организован склад запасных частей GE в Калуге. Это позволит обеспечить минимальные сроки реагирования на запросы клиентов;
- выпущена вторая редакция Пособия по компьютерной томографии;
- объявлено о начале производства нового промышленного томографа v|tome|x s;
- подписано прямое соглашение между ЗАО «Остек-СМТ» и Volume Graphics: на сегодняшний день Остек единственный прямой представитель VG на территории РФ и СНГ.

Выступление Никиты Фёдорова дополнила презентация Андре Эгберта (Andre Egbert), менеджера GE по работе с дилерами на территории Европы, РФ и СНГ. В своём выступлении господин Эгберт рассказал о последних достижениях GE в области компьютерной томографии, а также о ближайших планах компании в данной области.

Журналисты Информационного портала для производителей электроники Элинформ задали вопросы некоторым участникам конференции.

**Н. А. Фёдоров, начальник отдела технологического контроля ЗАО «Остек-СМТ»:** «Основная цель мероприятия — создать сообщество людей, интересующихся компьютерной томографией, и людей, которые её применяют. Я считаю, что эту задачу мы сегодня уже выполняем. Я уже отмечал, что по сравнению с предыдущей конференцией мы добились качественного улучшения по ключевым показателям. Первое, это количество участников. Это один из самых важных показателей, потому что именно количество характеризует интерес людей к этой технологии. Второе, это количество докладов. За этот год мы успели провести несколько новых исследований, о чём и хотели рассказать. И третье — разделение на секции. В этом году мы пришли к новому формату проведения мероприятия».

«**(на вопрос о перспективах рынка КТ)** Важно понимать, что когда мы говорим о томографии, цикл проекта может составлять 2-3 года. Тем не менее, успехи уже есть. На данный момент в России более 15 систем с функцией томографии. Это для нас даже где-то и неожиданный успех, но мы сделали всё, чтобы он стал реальностью, и в этом году у нас также большие планы по развитию. Интерес, который возникает вокруг данной технологии, мы стараемся всячески поддерживать,

и конференция — это один из индикаторов того, что мы всё делаем правильно».

«**(на вопрос о внесении томографов GE в Государственный реестр средств измерений)** Да, действительно, это была интересная задача. В прошлом году на конференции мы говорили о том, что планируем это сделать, и в сентябре 2013 года мы внесли одну из установок в реестр средств измерений. То есть система сертифицирована и имеет все необходимые документы. Для нас это знаковое событие, и сейчас те, кто использует томографию, могут реализовать то же самое, то есть их системы могут быть сертифицированы в качестве метрологических».

**Д. В. Корост, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова:** «**(на вопрос о рынке аутсорсинговых услуг КТ)** Полноценным сформированным рынком его еще рано называть, но однозначно можно сказать, что он растёт и он вырастет. Начав заниматься КТ исследованиями семь лет назад, я понял, что у меня нет «полочки», которую я должен занять. Я сначала должен построить эту полочку. Это было абсолютно ново для нашей страны в целом, для заказчиков, для исследований. Сегодня ситуация изменилась в лучшую сторону. Если семь лет назад было всего два прибора, то сейчас уже счет ведется на десятки. Некоторые

Далее прозвучал доклад о возможностях и ограничениях метода от гуру компьютерной томографии, инженера GE, Геннадия Мельника. Данный материал стал особенно полезен слушателям, которые только начинают своё знакомство с технологией КТ. Выступление вызвало огромный интерес, о чём свидетельствовало большое количество вопросов, которые задавали участники конференции. Безусловно, конференцию стоило посетить уже хотя бы для того, чтобы иметь возможность пообщаться со специалистом такого уровня.

Однако наибольшую заинтересованность в ходе пленарной части вызвал доклад старшего сервис-инженера ЗАО «Остек-СМТ», сотрудника Института общей ядерной физики, Игоря Проказова, который затронул волнующий всех вопрос о радиационной безопасности рентген-установок. Игорь в простой и доступной форме чётко сопоставил все данные по излучению со стандартами по безопасности, информация оказалась настолько просто изложенной и понятной, что все удивились, почему этого никто не сделал раньше.

Затем участники разделились на три группы по интересующим тематикам, в составе которых и продолжили дальнейшую работу.

### Секция «Материаловедение и металлообработка»

Эта секция стала самой продолжительной, в ее программу были включены 11 докладов. В целом, все доклады секции можно разделить на основные тематические группы:

- Доклады специалистов, применяющих метод КТ, о тех или иных практических исследованиях, достигнутых результатах и практической пользе.
- Доклады о возможностях программного обеспечения, используемого в обработке и визуализации данных КТ, а также о метрологических возможностях метода.
- Доклады об особенностях оборудования, используемого для рентгеновской томографии.

компании пытаются сами что-то покупать, а некоторые приходят к тому, чтобы воспользоваться сторонними услугами. И я очень надеюсь, что в будущем мне не придется заниматься тем, что мне не нравится, а только тем, что мне интересно — компьютерной томографией».

**Е. С. Прусов, к.т.н., доцент кафедры «Литейные процессы и конструкционные материалы» ВлГУ:** «(на вопрос о перспективах развития КТ в материаловедении) Как мы с коллегами уже успели убедиться при проведении «пилотных» исследований, КТ предоставляет уникальный спектр возможностей при изучении свойств, характеристик, а также структурных особенностей новых материалов. В частности, это трёхмерная визуализация структуры различных материалов, в том числе литых или полученных твердофазными методами. Далее, это оценка пространственного распределения различных фазовых составляющих, оценка их морфологических характеристик и других структурных особенностей. Широкий спектр возможностей открывается и при изучении строения жидких металлов и сплавов, а именно процессов кристаллизации, процессов зарождения и роста кристаллов, формирования различных литейных дефектов в режиме реального времени. Кроме этого, КТ может применяться при анализе деформации и разрушения различных материалов, в режиме реального времени, выполняя послойные томографические срезы в различных режимах нагру-

жения. Ну и, конечно, отдельно необходимо отметить применение КТ для дефектоскопии, оценки пористости новых материалов и изделий из них. На основе полученных результатов совершается технология получения новых материалов.

**И. А. Проказов, старший сервис-инженер ЗАО «Остек-СМТ»; инженер-исследователь, Институт общей ядерной физики:** «(на вопрос о влиянии рентгеновского излучения на радиоэлектронные компоненты) Сложно говорить о том, сильное или слабое влияние оказывает рентгеновское излучение на компоненты. Это зависит от конкретной ситуации, от того, в каких условиях была получена данная доза. Но влияние, безусловно, есть. Чем дольше мы облучаем компонент, тем более высокий риск отказа мы имеем. Если мы будем соблюдать определенный алгоритм, то этот риск можно свести к минимуму и вообще избежать каких-либо последствий. Если, к примеру, компонент получит большую дозу, то ему вероятнее всего будут нанесены необратимые повреждения. Если же мы говорим о более реалистичных цифрах, сопоставимых, скажем, с пребыванием элемента в космосе, где тоже получается достаточно серьезная доза, то здесь мы будем говорить о дрейфе характеристик данного компонента. Например, в случае транзистора, мы получим изменение вольт-амперной характеристики, изменение порогового напряжения и так далее».



2

Секция «Электроника и микроэлектроника»

## Секция «Нефть и газ»

В этом секторе промышленности Остек пока представлен не столь широко, однако активное развитие рентгеновской компьютерной томографии в области нефти и газа потребовало включить доклады по данной тематике в программу конференции.

В секции активное участие принимал представитель кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых Геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова Дмитрий Корост, а также несколько иностранных специалистов. Эти выступления позволили участникам конференции более подробно познакомиться с данной темой.

## Секция «Электроника и микроэлектроника»

Во время этой секции звучали доклады представителей крупнейших предприятий радиоэлектронной промышленности, посвященные контролю качества и исследованиям в области электронной техники. В частности, были представлены следующие темы:

- «Применимость КТ для контроля LTCC/HTCC».
- «Примеры КТ контроля СВЧ-модулей».
- «КТ для исследования изделий электронной техники».
- «Анализ отказов радиоэлектронных элементов при помощи КТ».

И снова выступление Игоря Проказова на тему «Влияние рентгеновского излучения на радиоэлектронные компоненты» вызвало активный интерес и обсуждение рис 2. Данная тема волнует очень многих, но в нашей стране каких-либо предметных публикаций на тему минимизации влияния рентгеновского излучения на электронные компоненты не было.

Подводя итоги прошедшей конференции, можно с уверенностью сказать, что данное мероприятие стало одним из ключевых в области 3D рентгеновских исследований в нашей стране. Учитывая возрастающий интерес к компьютерной томографии и динамику развития данной технологии в целом, можно предположить, что III Конференция, запланированная на первый квартал 2015 года, соберёт еще большую аудиторию и обеспечит слушателей новыми интересными и актуальными сведениями о последних достижениях в научной и практической областях.

**ЗАО «Остек-СМТ» выражает благодарность всем участникам и приглашает на Конференцию 2015!** 



Видео с конференции

# КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО 3D-MID:

## КОГДА В ШВЕЙЦАРИИ ДЕШЕВЛЕ, ЧЕМ В КИТАЕ

### ВИЗИТ В КОМПАНИЮ CICOR

Текст: **Илья Шахнович**

”

Контрактный производитель в области 3D-MID — это уже не прожект и даже не перспективный проект, а промышленная реальность. В этом мы убедились, посетив расположенное в швейцарском городе Будри предприятие по производству печатных плат Cicorel, входящее в группу компаний Cicor. Сам факт высокорентабельного изготовления печатных плат в центре Европы уже удивителен. Но нас прежде всего интересовала технология 3D-MID, о которой еще три года назад даже ведущие специалисты в области печатного монтажа говорили очень осторожно, называли нишевым решением. Сегодня темпы развития 3D-MID таковы, что заставляют относиться к этому явлению очень серьезно. И появление в Европе контрактного производства лучше других аргументов свидетельствует — рынок готов к новой технологии, он хочет 3D-MID. Как организовано производство Cicor, почему в Швейцарии заниматься 3D-MID и печатными платами оказывается выгоднее, чем в Юго-Восточной Азии, — с этими вопросами мы обратились к директору по технологиями 3D-MID, члену правления направления Cicor Printed Circuit Boards Нухаду Бачнаку.

**Ш**вейцарский городок Будри, столица одноименной коммуны, входящей в кантон Невшатель. По российским меркам не город, а, скорее, село — около 5 тыс. жителей, площадь — менее 17 км<sup>2</sup>, из них 87% — леса и сельхозугодья. Тишина. Виноградники. Вата тумана лежит на горных склонах, стелется над сонными водами Невшательского озера. Кажется, что время здесь даже не застыло — его просто нет. Трудно предположить, что в этой швейцарской глубинке, где экология возведена в ранг религии, действует одно из наиболее передовых в мире производств печатных плат Ciscorel группы компаний Cisor **рис 1**. Однако вот оно — неприметный производственный модуль строит среди поля, прижатого к покрытому виноградниками склону. Нас это предприятие заинтересовало, поскольку здесь очень активно развиваются и применяются технологии 3D-MID.

Cisor — это швейцарская группа компаний, в 2013 году ее объем продаж составил почти 190,5 млн швейцарских франков. Всего в Cisor трудится порядка 1900 человек. Группа компаний работает в области микроэлектроники и электронных решений, а также специализируется на производстве печатных плат и 3D-MID-устройств. Корпорация владеет 11 производственными предприятиями в Швейцарии, Германии, Румынии, Индонезии, Китае, Сингапуре и Вьетнаме. Группа компаний производит печатные платы, электронные модули и устройства для таких областей, как медицинская техника, часовая промышленность, аэрокосмическая техника, связь, промышленная электроника, транспорт. Достаточно сказать, что примерно 90% печатных плат для швейцарских часов производит именно Cisor.

Подразделение 3D-MID в компании Cisor возглавляет Нухад Бачнак, директор по технологиям 3D-MID, член правления направления Cisor Printed Circuit Boards. Собственно, само направление 3D-MID стало развиваться в Cisor после того, как в 2011 году он пришел в эту компанию со своей командой из швейцарского подразделения немецкой фирмы Harting. Там Н.Бачнак со своей группой занимался этой технологией свыше четырех лет.

**НУХАД, КАЗАЛОСЬ БЫ, ШВЕЙЦАРИЯ И ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ — ПОНЯТИЯ МАЛОСОВМЕСТИМЫЕ. НО ЕСЛИ КОМПАНИЯ ИМИ ЗАНИМАЕТСЯ, ЗНАЧИТ, ЭТО ВЫГОДНО. В ЧЕМ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПП В БУДРИ?**

Разумеется, традиционную продукцию, обычные печатные платы (ПП), компания изготавливает в Азии. В Швейцарии Cisor выпускает сложную, нестандартную продукцию. Это гибкие и гибко-жесткие многослойные (до восьми слоев) ПП, а также сложные многослойные жесткие ПП — до 50 слоев. При производстве гибких ПП используется технология "с катушки на катушку" (reel-to-reel) — т.е. на вход технологической линии с катушки

поступает лента с гибкими платами, проходит через всю линию и уже в готовом виде наматывается на приемную катушку. Это необходимо для последующего монтажа компонентов на такие платы методом reel-to-reel. ПП производятся и в малых объемах, и в очень больших, — например, для систем управления автомобильными подушками безопасности выпускается 40–50 млн ПП в год. У компании были клиенты, которые начинали размещать заказы в Азии, чтобы добиться минимальной цены, но возвращались к нам — их платы были достаточно сложными, и низкий выход годных в Азии делал цены швейцарского производства Cisor более привлекательными.

#### **ПОЧЕМУ В КОМПАНИИ CISOR СТАЛА РАЗВИВАТЬСЯ ТЕХНОЛОГИЯ 3D-MID?**

Чтобы развивать технологию, нужна сеть исследовательских центров, поставщиков оборудования и материалов. Новой технологией нельзя начинать заниматься в стране или регионе, где нет необходимой инфраструктуры, — скажем, в Индонезии или в Китае. Поэтому, несмотря на все успехи в области массового производства, в Китае технологию 3D-MID не развивают, хотя и используют. Новый процесс требует совместной работы многих специалистов в разнообразных смежных направлениях. Ведь 3D-MID — это синтетическая технология. Она стоит на стыке между литьем пластика, химическими процессам производства ПП, автоматическим монтажом компонентов. Это совершенно различные, самосто-



Нухад Бачнак

ательные дисциплины, но сама жизнь заставляет искать области их пересечения. И одна из них — 3D-MID. Cicor — очень хорошее место, чтобы развивать 3D-MID. Предприятие находится в центре Европы, где есть вся необходимая научная инфраструктура, сеть исследовательских центров и производителей. Причем, что самое важное — между ними налажено взаимодействие. Более того, на самом предприятии Cicorel и в соседних предприятиях Cicor представлены все необходимые технологические процессы.

Кроме того, появление 3D-MID в Cicor — это ответ на требования рынка. 3D-MID — юная технология по сравнению с обычными печатными платами. Юная — не значит новая, ей более 20 лет. Но только сейчас мы переживаем превращение 3D-MID из экспериментальной технологии в промышленную. Сегодня с помощью 3D-MID производится немало продуктов не только в Европе, но и в Азии. Самый массовый пример — антенны. Есть очень много других применений, в основном в области автомобильной и медицинской техники, где нужна миниатюризация. 3D-MID позволяет увеличивать функциональность изделия при сохранении его размеров. Более того, благодаря 3D-MID появляются принципиально новые функциональные устройства, которых не было еще год назад. Поэтому, с одной стороны, благодаря 3D-MID стали появляться новые решения. С другой — сам рынок требует новых подходов к созданию изделий. 3D-MID стала очень интересна для массовых коммерческих применений. Раз рынок требует, компания Cicor не могла игнорировать этот вызов.

#### **В ОБЛАСТИ 3D-MID CICOR ВЫСТУПАЕТ КАК КОНТРАКТНЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ. У ВАС УЖЕ МНОГО ЗАКАЗОВ?**

Еще полтора года назад, когда все только начиналось, у нас были лишь небольшие проекты. Сейчас ситуация изменилась — появились очень серьезные заказы, по сложности и по объемам. Например, среди заказчиков — компания Fisher Connectors, занимающаяся разъемами. Мы производим 3D-MID-компоненты для часов, около 10 тыс. в неделю. Есть проект в области стоматологического оборудования — система управления и освещения, встроенная в рукоятку зубоорудочной бормашины. Поступают заказы на модули фотокамер для смартфонов.

Отмечу один очень сложный заказ — крышка блока клавиатуры считывателя кредитных карт. Это прямоугольная пластиковая крышка рис 2, на всей внутренней поверхности которой змейкой нанесен проводник с шириной дорожки 80 мкм и общей длиной 7 м. Один длинный проводник по всей поверхности, включая боковые стенки. Если злоумышленник просверлит такую крышку, чтобы добраться до электронного блока и перехватить пин-код, проводник будет разорван, сработает система защиты и устройство будет заблокировано. В неделю мы производим порядка 4–5 тыс. таких крышек.

Вообще, тот факт, что 3D-MID — новая технология,



1 Предприятие Cicor в Будри



2 Заготовка защитной крышки

накладывает отпечаток на сроки запуска проектов в массовое производство. Подготовительные работы и согласования к четырем серийным заказам, что мы сегодня выполняем, от прототипа до начала серии, длились 1,5–2 года. Разумеется, мы говорим именно о массовом производстве, прототип можно сделать за неделю. Сегодня у нас в проработке десяток проектов, в серию они будут запущены только в следующем году. Один из них, в области автомобильной электроники, предусматривает выпуск порядка 4 млн изделий в год. Для нас такой объем принципиальных проблем не составит.

### ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ВАШЕ 3D-MID-ПРОИЗВОДСТВО?

Мы основываемся на технологии прямой лазерной активации LDS (Laser Direct Structuring) компании LPKF. Схема производства достаточно проста — изготовление пластиковых деталей методом литья под давлением, лазерная активация, химическое осаждение меди, никеля и других финишных покрытий, при необходимости — дополнительное электрохимическое осаждение меди. После чего следует монтаж компонентов. Его выполняют другие подразделения группы компаний Ciscor в Швейцарии или Германии. Разработкой и изготовлением пресс-форм для литья по нашим проектам занято подразделение Ciscor в Сингапуре, которое специализируется на таких работах. В самой пресс-форме уже немало ноу-хау для процесса 3D-MID. Поэтому заказывать пресс-формы у сторонних производителей — значит передать им часть наших ноу-хау.

Таким образом, в Ciscor сосредоточен весь производственный цикл. Непосредственно здесь мы выполняем все операции от литья под давлением до формирования токопроводящего рисунка, нанесения финишных покрытий и тестирования.

### ДАВАЙТЕ ПОСМОТРИМ НА ПРОИЗВОДСТВО ПОДРОБНЕЕ. С ЧЕГО ВСЕ НАЧИНАЕТСЯ?

Все начинается с отливки детали. Для этого мы используем совершенно стандартную установку пластмассового литья под давлением — Sumitomo IntElect 50-80 **рис 3**. Она электрическая, потому что нам важно обеспечить как можно более высокое качество поверхности детали. Единственная особенность по сравнению со стандартным процессом пластикового литья — материал. Это модифицированный стандартный пластик с LDS-добавкой (медьорганический комплекс). Его несколько сложнее инжектировать в пресс-форму, но все отличие сводится к более тонкой настройке установки. Сам процесс отливки одной заготовки занимает порядка 0,1 с.

Модифицированные материалы для LDS-процесса выпускают практически все ведущие производители пластмасс, причем на основе широкой номенклатуры материалов. Это такие химические концерны как BASF, Mitsubishi, DSM, Lanxess, RTP, Sabic, Ticona — прак-



**3** Установка литья под давлением



**4** Машина лазерной активации Microline 3D компании LPKF **А**, установка заготовки в держатель на поворотном столике **Б**

тически все мировые производители имеют в своих портфелях решения материалов под LDS-процесс. Сами пластмассы также различны — PC/ABS, PET, PBT, PA, LCP и т.д., от поликарбонатов и полиамидов до фторопластов и жидкокристаллических полимеров<sup>1</sup>.

Следующий этап — лазерная активация пластика. Она выполняется на установке Microline 3D 160i компании LPKF рис 4. Это полуавтоматическая система с одной лазерной головкой и ручной загрузкой образцов. Машина оснащена вращающимся столиком с двумя держателями образцов — пока обрабатывается одна деталь, оператор может устанавливать в держатель другую. Конечно, полностью автоматическая машина удобнее, но при сегодняшних объемах производства для нас важнее гибкость системы. Совмещение заданного рисунка с деталью контролируется с помощью камеры.

При лазерной абляции необходимо удалять продукты сгорания пластика. Это процесс очень важен, поскольку частицы активированного пластика могут осесть на поверхность, образовав затравочные центры для осаждения меди. Нам удается этого избежать, тонко отстраивая процесс.

Детали с активированной поверхностью передаются на участок металлизации. Он — общий для всех химических и электрохимических процессов печатных плат Cícor. Металлизация стандартная: осаждается медь, никель, при необходимости — золото или другой финишный металл. Однако именно с процессом металлизации связаны наибольшие технологические проблемы.

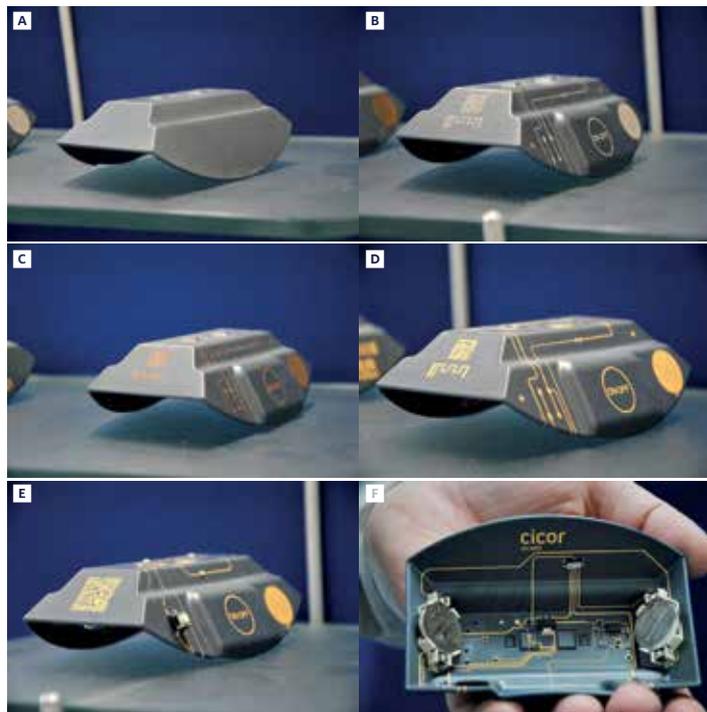
В обычных ПП для металлизации в качестве затравки используют палладий (например, в виде хлорида палладия), который на начальной стадии процесса является катализатором. На частицы палладия осаждается восстановленная медь, и дальше она сама выступает в качестве катализатора — это автокаталитический процесс. В случае активированного пластика вместо палладия затравкой выступают атомы меди. Однако каталитические свойства меди гораздо ниже, чем палладия. Поэтому нужно использовать более активный раствор, чтобы процесс восстановления меди проходил интенсивнее. Однако если его сделать слишком активным, может начаться осаждение меди на всю поверхность детали. Это становится принципиально важно, когда толщина формируемых проводников всего 80 мкм. В столь тонкой линии затравочные центры выглядят как набор отдельных точек. Достаточно, чтобы хоть в одной из них процесс осаждения не пошел, и проводник будет разорван. Задача — найти и поддерживать необходимую концентрацию раствора; мы ее решили, в этом состоит наше ноу-хау.

После меднения происходит химическое осаждение никеля, другие необходимые процессы. Все операции

автоматизированы. Заготовки устанавливаются в специальный держатель, 640 штук на одной рамке. По заложенной программе робот переносит заготовки между ваннами вдоль линии. Весь процесс длится примерно три часа. При этом выход годных составляет практически 100%.

После завершения всех операций мы проводим тестирование. Как правило, это оптическая инспекция и при необходимости электрические тесты — мы используем зондовую станцию типа "ложе гвоздей", можно применять и систему с летающими зондами. При отработке процесса обязательно проводим климатические испытания, включая термоциклирование в диапазоне от -40 до 150°C, тесты на отрыв проводников — все как со стандартными ПП. При серийном производстве такие испытания уже не нужны.

Монтаж компонентов заказчик может проводить самостоятельно. Однако лучше все доверить одной компании, тем более что у Cícor есть сборочные производства в Швейцарии и Германии. Тогда мы полностью отвечаем за процесс, сами проводим необходимые функциональные испытания уже готовых изделий рис 5.



5 Последовательность технологических операций 3D-MID: А заготовка после отливки; В лазерная активация токопроводящего рисунка; С осаждение меди; D осаждение финишного покрытия; E, F двусторонний монтаж компонентов

## Лирическое отступление от 3D-MID

На участке производства ПП Сісog категорически запрещено фотографировать, — главным образом, чтобы не допустить утечки информации о топологии ПП, поскольку компания связана обязательствами конфиденциальности со своими заказчиками. Поэтому, к огромному сожалению, мы не можем проиллюстрировать увиденное. А оно того стоит.

Особенность участка в том, что здесь реализованы все процессы металлизации ПП — химическое и электрохимическое осаждение, металлизация переходных отверстий, другие химические процессы. Цех — просторный и очень функциональный. Ничего лишнего. Несколько линий с химическими ваннами длиной порядка 30 м. Каждую линию формирует набор ванн различного объема, но со стандартным шагом. Все операции автоматизированы, операторов и технологов очень мало. Подход к каждой ванне удобен. В цеху решетчатый металлический фальшпол, что исключает лужи и резиновые сапоги.

Особо впечатляет линия производства гибких ПП методом reel-to-reel. Сама химическая линия — набор кювет, соединенных внешне простыми шлюзами. Через щель в этих шлюзах по всей линии тянется лента гибких плат. Ванны небольшие, нескольких стандартных размеров; комбинируя их, можно добиться нужного времени обработки в каждом растворе, выдерживая постоянную скорость перемещения ленты. В конце линии — сушка и намотка на приемную катушку. Простая модульная конструкция, простые решения. Но сколько же за этой простотой мысли!

Под участком производства ПП — цех дезактивации и рекуперации отработанных растворов и воды. Сложный технологический участок. Что примечательно, здесь происходит контроль состава отработанных растворов. И если происходит сбой в технологических процессах, это сразу замечают специалисты участка очистки и немедленно сообщают технологам. Учитывая общую автоматизацию, особенность очень полезная. Но вернемся к 3D-MID.

### **НУХАД, ШВЕЙЦАРИЯ — ДАЛЕКО НЕ САМАЯ ДЕШЕВАЯ ЕВРОПЕЙСКАЯ СТРАНА. ЗЕМЛЯ, РАБОЧАЯ СИЛА — ВСЕ ЗДЕСЬ ДОРОГО. ПОЧЕМУ ЖЕ ПРОИЗВОДСТВО 3D-MID ЗДЕСЬ ОКАЗЫВАЕТСЯ БОЛЕЕ РЕНТАБЕЛЬНЫМ, ЧЕМ В СТРАНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ?**

Я приведу один пример. У нас есть производство в Сучжоу, недалеко от Шанхая. Там можно выполнять литье под давлением и прямую лазерную активацию, но нет участка металлизации. Стали искать партнеров поблизости, нашли. Но когда подсчитали цену и нашу себестоимость, поняли, что в Швейцарии дешевле. У нас процесс химического меднения занимает 1–1,5 ч против 5 часов у китайского производителя. Чудес тут нет — мы выполняем осаждение в один проход, они же используют два,

разделив предварительное осаждение и собственно выращивание рабочего слоя меди. Кроме того, там на линии постоянно работают три-четыре человека, у нас один специалист обслуживает три-четыре линии. Получается, что здесь занято в шесть раз меньше людей, процесс протекает в пять раз быстрее. А оборудование примерно одинаковое. Плюс наш высокий коэффициент выхода годных, другие нюансы. Например, после абляции многие дополнительно чистят поверхность, чтобы устранить паразитные центры осаждения, — а это еще одна операция, она стоит денег. Мы же технологическими мерами исключаем сам факт их образования.

Кроме того, мы впереди в плане технических возможностей. Например, деталь, подобную защитной крышке, даже используя аналогичное оборудование, сделать очень сложно. Действительно, ширина линии — 80 мкм, а технологический допуск установки лазерной активации Microline 3D —  $\pm 25$  мкм. При переходе от плоскости крышки к ее боковым стенкам, если не предпринять специальных технологических мер, линии не будут совпадать. Мы такие меры разработали и используем. Вот так и складывается наша способность обеспечить существенно более низкую себестоимость, чем в Китае и где бы то ни было еще.

### **МОЖНО ЛИ ВОСПРОИЗВЕСТИ ВАШУ ТЕХНОЛОГИЮ 3D-MID НА ДРУГОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, НАСКОЛЬКО ОНА ОТЧУЖДАЕМА ОТ ВАШЕЙ КОМАНДЫ ТЕХНОЛОГОВ?**

Не только можно, но и нужно. Мы будем это делать. Например, в ближайших планах компании — внедрить технологию 3D-MID на предприятиях Сісog в Китае — производства многих заказчиков расположены именно там, им сложно возить компоненты из Европы. Перенос технологии не составляет проблему — техпроцесс полностью автоматизирован и наши ноу-хау в принципе отчуждаемы. Стоит один раз поставить процесс, и дальше он уже не требует вмешательства. Принципиально получить опыт, разработать технологию. А передать ее уже нетрудно.

Но в области 3D-MID еще очень много исследовательских работ. Например, мы выяснили, что на процесс серьезно влияет верхний 30-мкм слой пластика, мы его называем "кожей". Скажем, начинают отрываться проводники. Кажется, нет адгезии меди к поверхности, сбой в металлизации. А проблема в другом — отслаивается верхний тонкий слой пластика. Сильно влияет на процесс и шероховатость пластика, его неоднородность. Все это нужно анализировать и обобщать. И превращать искусство отдельных специалистов в воспроизводимые технологии.

### **ВЫ ЗАНИМАЕТЕСЬ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ПРОТОТИПНЫХ ПАРТИЙ 3D-MID-ИЗДЕЛИЙ?**

Конечно. Зачастую мы получаем очень сырой проект. Исходя из опыта, мы можем заранее предвидеть техно-

логические сложности, предложить свои решения, в том числе конструкторские. Как правило, необходима пара итераций, пока мы совместно с клиентом не получим приемлемый вариант.

Что касается изготовления прототипов, можно взять уже изготовленную деталь, даже металлическую, покрыть ее лаком ProtoPaint от компании LPKF и дальше уже работать с ней как с заготовкой из модифицированного LDS-пластика в рамках нашего стандартного 3D-MID-процесса. Таким путем можно получить макет, но это будет не совсем точный эксперимент. Есть еще один путь — изготовить макет из модифицированного пластика на 3D-принтере, например, из PC/ABS-пластмассы. Однако лучше всего сделать прототипную пресс-форму — это достаточно недорого, на уровне 2–3 тыс. евро в зависимости от сложности. В этом случае результаты будут наиболее близки к серийному выпуску.

В целом заказчику достаточно прислать нам либо саму деталь, либо ее 3D-модель в формате стандартных САПР, и мы начнем работать. Для простых прототипов сам процесс конструирования занимает порядка недели, изготовление пресс-формы — еще три-четыре недели. Само производство длится всего один день. Недавно один из прототипов мы изготовили за одну ночь — заказчику нужно было срочно. Причем мы столкнулись с шестью различными проблемами, которые успешно разрешили. Но это стало возможным исключительно благодаря опыту, а также тому факту, что здесь в одном месте сосредоточены все необходимые процессы — литье, лазерная активация, металлизация. Мы за час можем провести 2–3 эксперимента, все под рукой. Иначе подобная задача заняла бы полгода.

#### **ВОЗМОЖНО ЛИ РАБОТАТЬ С ВАМИ ЗАКАЗЧИКАМ ИЗ РОССИИ?**

Никаких проблем. У нас уже был опыт взаимодействия, которое организовал наш партнер — компания Остек. От российских заказчиков мы принимали и САД-файлы, и образцы, отлитые из LDS-пластика. С точки зрения логистики тоже проблем нет, поскольку этим занимается Остек, срок доставки в Москву не превышает недели.

#### **ВЫ СОТРУДНИЧАЕТЕ С ЕВРОПЕЙСКИМИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМИ ЦЕНТРАМИ?**

Да, мы работаем практически со всеми, кто занимается 3D-MID, — с научными центрами, производителями материалов, с ассоциацией 3D-MID. Это очень полезная работа. Однако сегодня направление 3D-MID развивается столь стремительно, что зачастую, пока исследовательские центры согласуют свои программы и ждут грантов, мы уже получаем результат. Тот случай, когда наука отстает от практики. А практика идет от рынка, т.е. от того, за что люди готовы платить.

#### **ВЫСТУПАЯ ОДНИМ ИЗ ЛИДЕРОВ В ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ 3D-MID, КАК ВЫ ВИДИТЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЭТОЙ ТЕХНОЛОГИИ?**

Это настолько быстрорастущее направление, что я не могу давать какие-либо прогнозы. Только по числу проектов эта область растет экспоненциально, по разным оценкам — от 20 до 60% в год. Сам разброс оценок говорит об очень бурном развитии. Спрос растет так быстро, что компания LPKF дважды в год корректирует свои планы продаж оборудования LDS. И неудивительно — по данным компании до 2009 года они поставляли порядка десяти установок в год, а за десять месяцев 2013 года отгрузили уже 140 таких систем.

Два года назад было всего три основных рынка для 3D-MID — антенны, медтехника и автопром. В меньшей степени — бытовая электроника. Сегодня ситуация меняется. Мы получаем через Интернет множество запросов от потенциальных клиентов — заказчики уже знают эту технологию, им приходят идеи создания новых устройств на ее основе. Причем запросы поступают от компаний, которые я не знал и не предполагал, что им это может быть нужно. Поэтому можно сказать, что поле для 3D-MID — это любая область, где есть пластик и электроника.

**В области 3D-MID все происходит столь стремительно, что журнальные публикации не успевают за темпом событий. Мы были на предприятии Cicor в Будри в конце ноября 2013 года. Однако в 2014 году команда Нухада Бачнака выделась из Cicor и работает во вновь созданной компании — Multiple Dimensions (multiple dimensions). Новая фирма расположена неподалеку и обладает теми же технологическими возможностями, что и в Cicorel, включая мокрые химические процессы. Кроме того, Multiple Dimensions является чистой 3D-MID-компанией, ее деятельность полностью посвящена технологии 3D-MID. Поэтому для заказчиков если что и изменилось, то только в лучшую сторону — развитие 3D-MID продолжается. □**

# КАЧЕСТВО

## Процессный подход. Процесс. Основные понятия



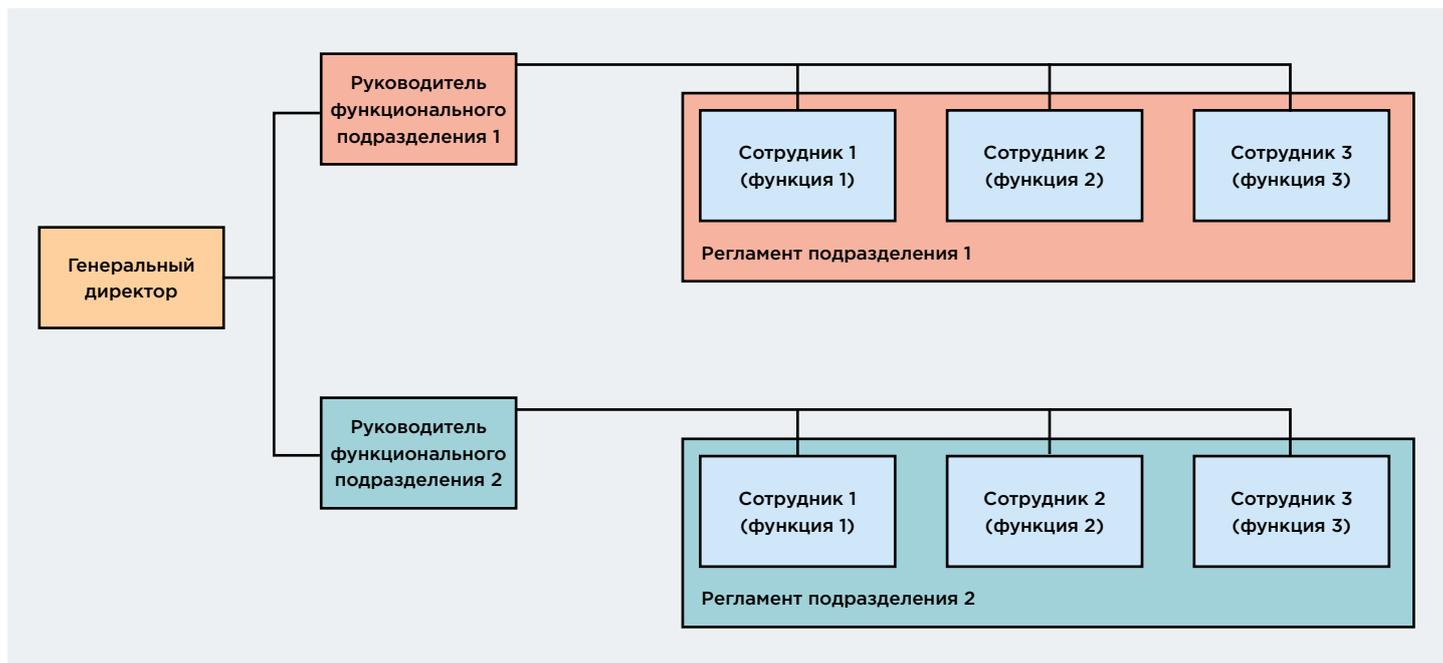
Текст: Александр Лисогор

### Вместо предисловия

Автор статьи не ставит задачу подробно перечислить особенности всех возможных подходов к системам управления или создать некое научное эссе о процессном подходе и собственно процессах. Практически любой руководитель от низшего до высшего звена даст вам определение процесса, с уверенностью пояснит применимость процессного подхода на практике и приведёт ряд ярких примеров внедрения из своего опыта. Такую уверенность дают многочисленные обучающие курсы для руководителей от малоизвестных до престижных брендов. Но смею утверждать, что чаще всего используется подход не всегда уместный и даже ошибочный. Как правило, мои оппоненты оперируют определениями, данными преподавателями, которые лишь отдалённо представляют особенности управления с позиции системы менеджмента качества СМК, причём предполагают, что эти постулаты единственно правильные. В неустойчивой бизнес-среде руководители, ожидавшие, что внедрение СМК даст быстрые и оценочные результаты, охладели к её методам и видят в подразделениях качества лишь структуры контроля работы

компании или технического совершенства выпускаемой продукции. Совершенно неуправляемый рынок приобретения сертификатов соответствия систем менеджмента качества в нашей стране не добавляет ценности работе компаний, которые по-прежнему честно внедряют требования международных и государственных стандартов в свою повседневную практику, строят стратегии своего развития с учётом требований СМК. Немногие российские компании разрабатывают свои антикризисные программы с учётом рекомендаций ISO (Международная организация по стандартизации, International Organization for Standardization). А ведь требования к СМК и зрелости структур управления компаний в мире увеличиваются, достаточно ознакомиться с проектом новой редакции ISO 9001, ожидаемой к выходу в этом году.

Переходя к теме, автор надеется, что данная статья, в которой рассмотрены требования стандартов СМК и положения публикаций ведущих специалистов в области процессного управления, поможет коллегам служб качества — и не только им — грамотно внедрять передовые технологии систем управления.



1  
Функциональный подход

## Модели управления

Сложная и динамичная внешняя среда требует от руководства компаний постоянного совершенствования своих систем управления. При этом возможны различные варианты организации менеджмента.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД

В российских компаниях, независимо от рода их деятельности, преобладает структурный или функциональный подход к управлению, который основан, как правило, на использовании иерархической организационной структуры. При этом управление деятельностью осуществляется по структурным элементам (группам, отделам, направлениям и т.п.), и взаимодействие структурных элементов, в свою очередь, происходит через соответствующих должностных лиц **рис 1**.

Характерная особенность этого подхода в том, что в его рамках руководитель любого уровня является руководителем группы сотрудников, и все его управленческие решения — это решения по управлению людьми.

Такая система могла бы быть достаточной для управления организацией. Но практически всегда любая деятельность требует привлечения представителей различных структурных подразделений. И при «чистом» иерархическом подходе непонятно, кто именно должен определять порядок их взаимодействия и координировать деятельность. Конечно, можно сказать, что этим должен заниматься представитель высшего руководства, в чьем подчинении находятся все подразделе-

ния. Но на практике у высших руководителей никогда не хватает ни времени, ни информации для того, чтобы непосредственно и эффективно заниматься решением всех этих вопросов.

Вследствие этого возникает классическая ситуация, когда при возникновении проблемы невозможно найти ответственного за нее. Каждый из руководителей задействованных подразделений уверен, что выполнил свою часть работы полностью и правильно, а все проблемы возникли из-за ошибок других участников. И главное, что он действительно действовал правильно с точки зрения своей функции. Понятно, что причина такой ситуации в том, что не была спроектирована схема (система) взаимодействия всех привлеченных подразделений для достижения общего успеха. Но главная проблема как раз и состоит в том, что при «чистом» иерархическом подходе просто отсутствует человек, который отвечает за проектирование и актуализацию такой схемы. Каждый руководитель отвечает только за своих подчиненных, любые его попытки координировать деятельность в более широких масштабах рассматриваются обычно как превышение полномочий и вторжение в область ответственности его коллег.

Поэтому в качестве первых шагов улучшения системы управления предлагается посмотреть на свою организацию со стороны и навести в ней элементарный порядок, четко определив ответственность, полномочия, ресурсы, информационные и управленческие связи.

Итак, сущность функционального подхода к менеджменту заключается в том, что требования клиента рассматриваются как совокупность функций, которые нужно выполнить для удовлетворения потребности. Эти функции распределяются среди подразделений, где их исполняют сотрудники организации. Механизм реализации функций нацеливает подразделения на выполнение своих локальных целей, между которыми могут быть объективные противоречия. Выполняя свои узкоспециализированные задачи, сотрудники перестают видеть конечные результаты деятельности всего предприятия и осознавать свое место в общей цепочке. Они не ориентированы на целевые задачи всей организации, так как их видение происходящего чаще всего не выходит за рамки подразделений, в которых они работают. Персонал концентрирует свое внимание в рамках отдельных структур. Монопольное положение каждой службы внутри компании приводит к тому, что работники этих служб считают себя незаменимыми в организации, из-за чего взаимодействие между функциональными службами нередко приобретает разрушительный для организации характер.

Со временем рост специализации приводит к обособлению подразделений и ослаблению межфункциональных связей. В современной быстро меняющейся внешней среде для организации, как единого организма, это недопустимо. Ситуация становится критической: каждое функциональное подразделение оптимизирует деятельность в области своей ответственности, что, в конечном счете, приводит к подмене стратегической цели всей компании целевыми функциями отдельных подразделений.

Достоинства функциональной системы:

- сотрудники имеют возможность специализироваться в избранной ими профессии и, таким образом, выработать профессиональные навыки высочайшего уровня;
- вследствие централизации разных функций затраты организации снижаются;
- труд становится более безопасным, так как каждый знает свое рабочее место, а также ту работу, которую он должен выполнять;
- легче формировать организационную структуру компании и т.д.

Недостатки функциональной системы:

- обособленность подразделений друг от друга, приводящая к монополизации решений;
- разрушительный для организации характер взаимодействия подразделений друг с другом вместо сотрудничества в интересах всей организации;
- узкая специализация работников, не позволяющая им видеть возникающие проблемы в целом;
- подмена целевых ориентиров организации на целевые ориентиры подразделений, приводящая к оптимизации функциональных решений вместо оптимизации деятельности предприятия в целом;

- критерием результативности функционального подразделения является мнение его руководителя, а не результаты делового процесса;
- увеличение информационного объема и его неопределенности с ростом числа иерархических уровней управления организацией;
- отсутствие ориентации на внешнего потребителя;
- неэффективность информационной поддержки процессов жизненного цикла продукции и др.

В условиях рыночной экономики, когда в результате жесткой конкурентной борьбы выживает сильнейший, проблема повышения эффективности управления становится все более актуальной. На смену функциональному управлению приходит процессно-ориентированное.

#### ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД?

Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

Требования ISO 9001 определяют, что организация должна управлять указанными процессами в соответствии с требованиями данного международного стандарта:

- выявлять необходимые для системы менеджмента качества процессы и области их применения по всей организации;
- определять последовательность и взаимодействие этих процессов;
- определять требуемые критерии и методы, позволяющие гарантировать, что функционирование и контроль этих процессов эффективны;
- обеспечивать наличие ресурсов и информации, необходимых, чтобы поддерживать функционирование и мониторинг этих процессов;
- вести мониторинг, измерять и анализировать эти процессы;
- предпринимать необходимые действия для достижения запланированных результатов и непрерывного совершенствования процессов.

*Необходимые для системы менеджмента качества процессы должны включать процессы в области управленческих работ, обеспечения ресурсами, создания продукции и измерений.*

Суть процессного подхода заключается в том, что каждый сотрудник обеспечивает жизнедеятельность конкретных процессов, непосредственно участвуя в них. Обязанности, область ответственности, критерии успешной деятельности для каждого сотрудника сформулированы и имеют смысл только в контексте конкретной задачи или цели, иными словами, результата процесса. Горизонтальная связь между структурными единицами значительно сильнее. Вертикальная связь «начальник — подчиненный» слегка ослабевает. Чувство ответственности сотрудника качественно меняется: он отвечает не только за те функции, которые

на него возложил руководитель, но и за процесс в целом. Важным для него становится результат деятельности других структурных подразделений. Ответственность за результат процесса в целом подталкивает его к ответственности перед коллегами, такими же участниками процесса, как и он сам.

При построении процессно-ориентированной системы управления основной упор делается на проработку механизмов взаимодействия в рамках процесса как между подразделениями внутри компании, так и с внешней средой, т.е. с клиентами, поставщиками и партнерами. Именно процессный подход позволяет учесть такие важные аспекты бизнеса, как ориентация на конечный продукт, заинтересованность каждого исполнителя в повышении качества конечного продукта и, как следствие, заинтересованность в конечном выполнении своей работы. Процессный подход к управлению игнорирует организационную структуру управления организацией со свойственным ей закреплением функций за отдельными подразделениями. При процессном подходе деятельность организации воспринимается руководителями и сотрудниками как общая работа, состоящая из процессов, нацеленных на получение конечного результата. Организация воспринимается как система процессов, представляющая собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих процессов, включающих все функции, выполняемые в подразделениях организации. В то время как функциональная структура бизнеса опре-

деляет возможности предприятия, устанавливая, **что** следует делать, процессная структура (в операционной системе бизнеса) описывает конкретную технологию выполнения поставленных целей и задач, исходя из принципа, **как** это следует делать.

Принципы процессного подхода к управлению определяют основные правила, руководствуясь которыми можно организовать эффективное функционирование бизнеса, нацеленное на конечный результат.

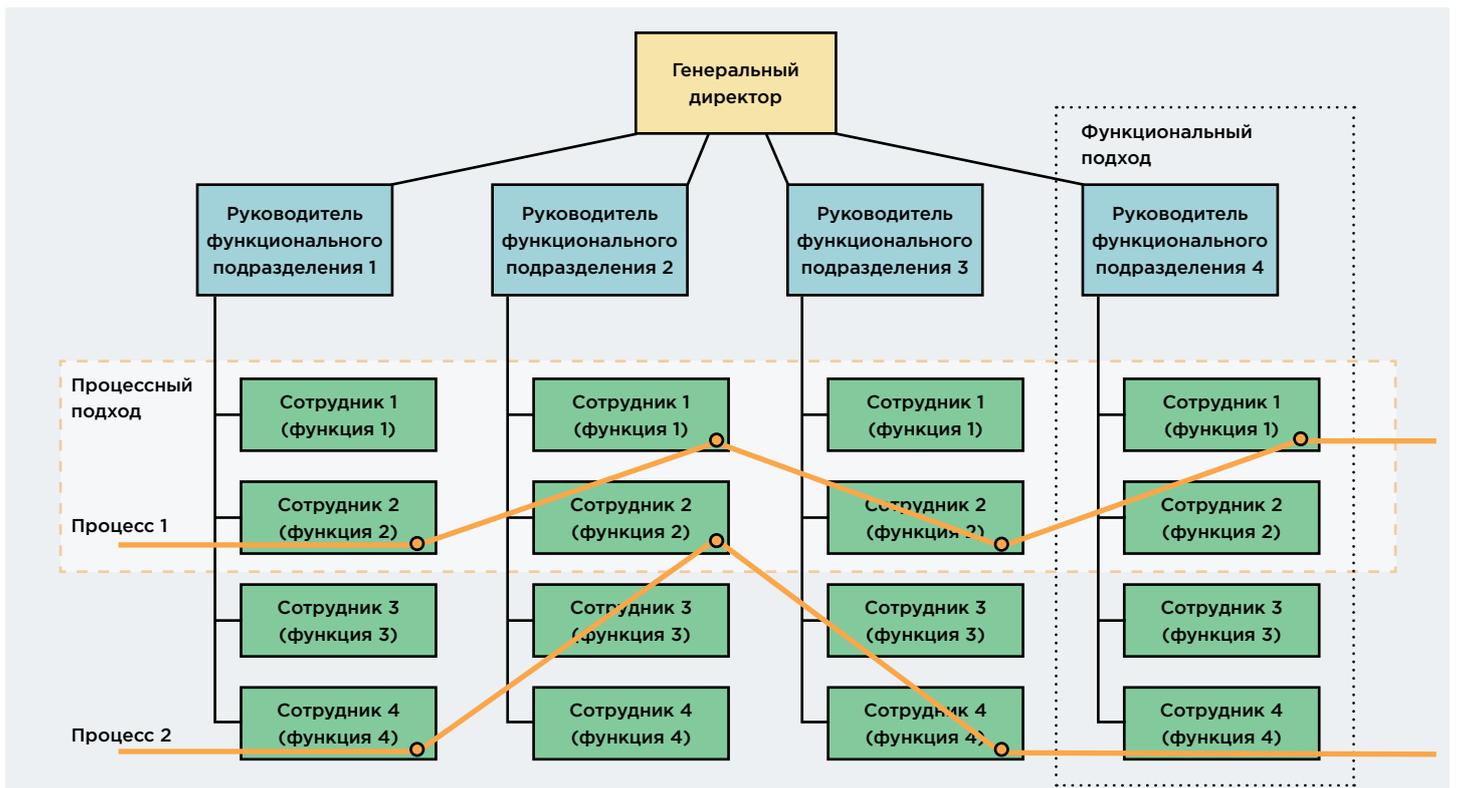
Важным в таком подходе является то, что руководитель, ответственный за процесс определенного уровня, руководит не людьми, а деятельностью. Для реализации своей ответственности он может:

- проектировать и совершенствовать целостный порядок выполнения процесса;
- оценивать уровень достижения процессом целей относительно формирования нужного выхода.

И в меньшей степени его интересует, в каких именно структурных подразделениях работают сотрудники, необходимые для эффективного выполнения процесса.

Процессно-ориентированное управление позволяет качественно изменить деятельность организации на операционном и организационном уровнях ее интеграции. Функциональная интеграция перестает быть при этом источником сложно разрешаемых конфликтов. Благодаря системе процессов организации становится возможным:

- четко разграничить полномочия и ответственность сотрудников;



- развить систему делегирования полномочий;
- обеспечить стандартизацию требований к исполнителям;
- минимизировать риск зависимости от отдельного исполнителя;
- сократить издержки;
- повысить эффективность управления персоналом;
- снизить время принятия управленческих решений.

Все это приводит к изменению качества самой организации и формированию процессно-ориентированной организации, в которой весь коллектив является осознанным участником непрерывного процесса деятельности, связанного с конечным результатом производства продукции или оказания услуг.

Преимущества процессного подхода:

- четкая система взаимных связей внутри процессов и в соответствующих подразделениях;
- четкая система единоначалия — один руководитель сосредотачивает в своих руках руководство всей совокупностью операций и действий, направленных на достижение поставленной цели и получение заданного результата;
- увеличение роли каждого сотрудника в работе компании, что приводит к значительному повышению их отдачи;
- быстрая реакция исполнительных процессных подразделений на изменение внешних условий;
- в работе руководителей стратегические проблемы преобладают над оперативными;
- критерии эффективности и качества работы подразделений и организации в целом согласованы **рис 2**:

Недостатки процессного подхода:

- повышенная зависимость результатов работы организации от квалификации, личных и деловых качеств сотрудников;
- управление смешанными в функциональном смысле подразделениями;

- наличие в команде нескольких человек различной функциональной квалификации неизбежно приводит к некоторым задержкам и ошибкам, возникающим при передаче работы между членами команды.

Разумеется, за счет одной только формализации процессов добиться увеличения эффективности нельзя, и процессный подход — не панацея от всех болезней организации. Он позволяет диагностировать проблемы как всей компании, так и взаимодействия различных ее подразделений при выполнении общей задачи.

## Определения и структура процесса СМК

Итак, мы говорим о процессном подходе, а что же такое Процесс? Обратимся к стандарту ISO 9005:2005 «Термины и определения»: «Процесс — совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы». Определение это достаточно общее и неконкретное и применять его для нужд организации сложно и под силу не каждому менеджеру. Как видим, под данное определение подходит большинство работ, осуществляемых в компании: от простой технологической операции до деятельности организации в целом.

Более понятное определение дается в «European Quality» № 2, том 6, 1999 г.: «Процесс — последовательность действий, которые создают дополнительные ценности путем преобразования с помощью ресурсов входящих элементов в требуемые выходящие».

Структурно процесс изображен на **рис 3**.

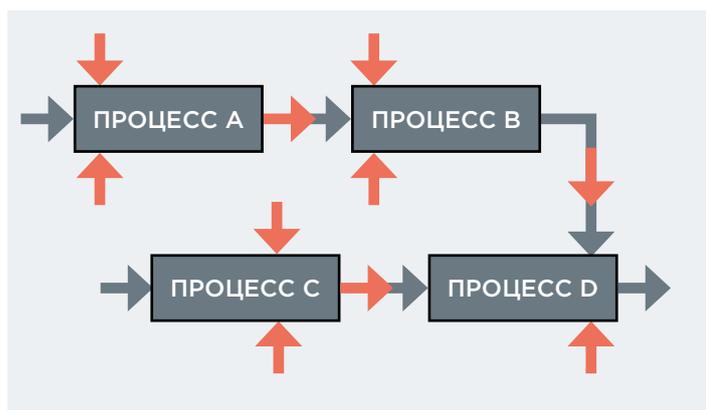
Каждый процесс при декомпозиции может быть разбит на некоторое количество подпроцессов, выполнение которых приводит к получению на выходе продукции с заданными параметрами.

Подпроцесс СМК — «узаконенная» часть (этап) процесса СМК. При сильно разветвленной структуре процесса подпроцессы, непосредственно входящие

**Противопоставление процессного и функционального подходов принципиально неверно. Функции, так же, как и процессы, являются равнозначными понятиями управленческой деятельности и не могут существовать в отрыве друг от друга. При этом результатом обоих подходов является проектирование одновременно организационной структуры (т.е. функциональных областей) и порядка взаимодействия в ее рамках (т.е. в процессах). Разница только в исходных точках управления: распределять ли функциональные обязанности на основе процессов или проектировать процессы взаимодействия между функциональными областями.**



3



4

Взаимосвязанные процессы

в процесс СМК, можно назвать подпроцессами первого уровня; подпроцессы, входящие в подпроцессы первого уровня — подпроцессами второго уровня и т. д.

Чтобы обеспечить работу организации, необходимо определить ряд взаимосвязанных процессов и управлять ими. Выходной элемент одного процесса часто может являться входным элементом для следующего процесса. Систематическую идентификацию таких процессов, понимание их последовательности и взаимодействия, а также управление ими и называют «подходом к управлению, как к процессу» РИС 4.

Вспомним некоторые определения.

**Владелец процесса** — должностное лицо, несущее ответственность за ход и результаты процесса.

**Потребитель** — потребитель результатов процессов, степень удовлетворенности которого также предназначена для оценки эффективности процесса.

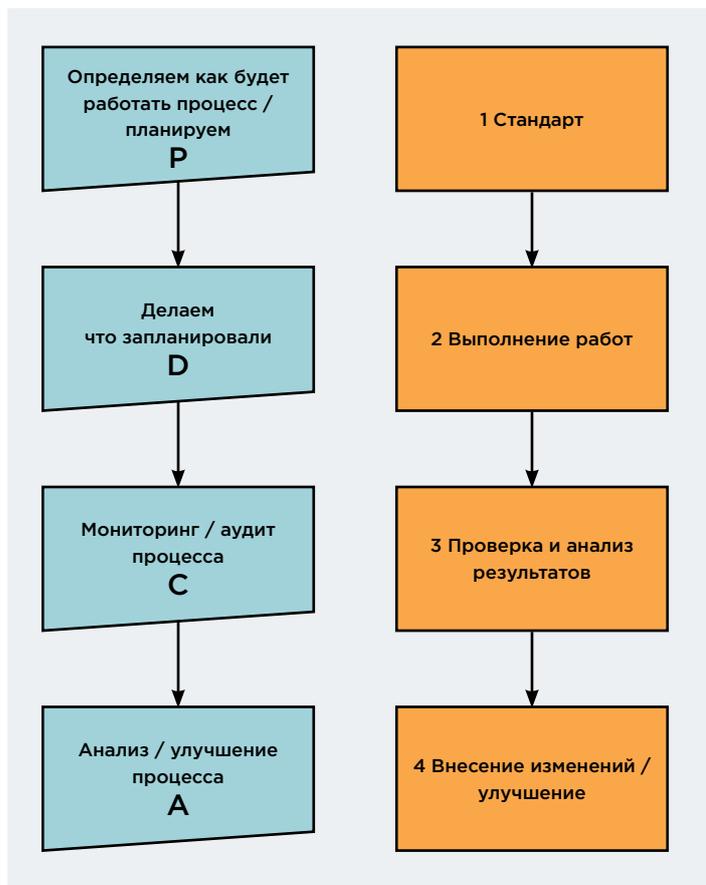
**Параметры процесса или показатели качества** — характеристики (информация), по которым владелец процесса или высший руководитель могут оценить, насколько эффективно выполняется процесс и достигаются запланированные результаты. Напомним, что:

**Входы процесса** — это входные объекты (сырье, продукция, комплектация, услуга, информация), которые преобразуются в **выходы процесса** во время его выполнения. Часто входы одного процесса являются выходами другого.

**Выходы процесса** — это продукция, информация или услуга, ради которых осуществляется процесс.

**Система процессов организации** — это объединенные, взаимосвязанные и взаимосогласованные процессы, организованные в единую сеть.

Определение процессов организации является одной из главных задач при внедрении СМК. Их четкое описание, место в работе организации и схемы взаимодействия, развития и улучшения являются залогом успешного управления компанией. Особенно важно выделить основные и вспомогательные процессы, что значительно упрощает саму систему управления. Для четкого разделения этих понятий достаточно определить, что основные процессы — это те, которые создают прибавочную стоимость и результаты которых привлекают внешнего клиента, т.е., осуществляя эти процессы, компания создаёт конечный продукт своей деятельности. Другими словами, это и есть бизнес-процессы.



5

Реализация процесса и соответствие циклу PDCA

Вспомогательные процессы — те, которые позволяют управлять бизнес-процессами, поддерживать и обеспечивать их.

Действие любого процесса необходимо строить на основе принципа PDCA (Plan-Do-Check-Act) рис 5.

Действия по мониторингу и измерению результативности процесса направлены на своевременность принятия решений по реализации коррекций, корректирующих и предупреждающих действий в случае возникновения несоответствий при функционировании.

Для проведения оценки результативности процесса необходимо определить показатели результативности. Где брать такие показатели и кто должен определить критерии, сколько их должно быть, организация определяет сама. Критерии результативности процессов СМК могут быть качественными или количественными:

- качественные — отвечают на вопрос ДА или НЕТ;

- количественные — задаются количественным параметром.

Определяя показатели результативности процесса, необходимо (по-возможности) провести их анализ на текущий момент времени, чтобы оценить их реалистичность и применимость для оценки.

#### НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При разработке показателей процессов необходимо, в первую очередь, ответить на вопросы:

- что за продукт произведён (какой результат получен);
- какова себестоимость продукта;
- удовлетворена ли потребность клиента (внутреннего или внешнего).

Показатели должны удовлетворять таким требованиям, как:

- связь со стратегическими показателями;
- измеримость;
- ясность и прозрачность для руководителей и сотрудников;
- удобство использования показателей руководителями;
- нахождение показателя в зоне компетенции владельца процесса.

## Классификация процессов

Классификация процессов является важным этапом анализа деятельности организации.

Для удобства процессы организации можно разбить на четыре группы:

1. основные;
2. вспомогательные;
3. внешние;
4. внутренние.

Данный перечень не является обязательным и полным; названия процессов в конкретных случаях определяет сама организация.

В соответствии со структурой стандарта ISO 9001 процессы СМК подразделяются на:

- процессы высшего руководства;
- процессы менеджмента ресурсов;
- процессы жизненного цикла продукции;
- процессы мониторинга, измерения и улучшения СМК.

Показатель	Критерий результативности	
	Качественный	Количественный
Своевременность проведения работ	В установленный срок (ДА/НЕТ)	В течение 10 рабочих дней после начала
Результативность проведенных работ	Продукт получен (ДА/НЕТ)	Не менее 80% запланированного количества
Укомплектованность подразделения квалифицированными сотрудниками при выполнении данных работ	(ДА/НЕТ)	Не более 90%

### ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Основные процессы заложены в путь создания продукта: сначала в виде маркетинговой информации проекта, затем в виде материального объекта (деталей, товара, услуги и т.д.). В качестве схемы для основных процессов можно использовать схему жизненного цикла продукции. Процессы выбираются в зависимости от особенностей деятельности каждой конкретной организации.

При выделении основных процессов справедливы правила:

1. Процессы можно объединять и исключать в зависимости от конкретных целей и особенностей организации: через основные процессы проходит производимая продукция или услуги и их компоненты (маркетинг, проект, сервисные работы, входящие материалы и др.).
2. Основных процессов должно быть не более чем 72 — число из статистики: высший руководитель не может эффективно руководить и воспринимать информацию от большего количества основных видов деятельности.
3. При выделении процессов необходимо назначить лиц, ответственных за их результативность (владелец процесса), причём процесс должен иметь только одного владельца.
4. Чтобы владелец процесса мог влиять на его ход и результативность, ему должны быть выделены необходимые ресурсы и полномочия и установлены показатели результативности процесса. По этим показателям владелец регулярно отчитывается перед высшим руководством о результатах своей деятельности.

### ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Кроме основных процессов существуют и вспомогательные процессы, которые обеспечивают нормальное функционирование основных процессов.

Примеры вспомогательных процессов:

- процессы обучения и аттестации персонала;
- процессы управления документацией (порядок разработки, утверждения и ведения документации, регламентирующей деятельность организации и её отдельных подразделений);
- процессы обеспечения.

При выделении вспомогательных процессов справедливы правила:

1. Деятельность и участники вспомогательных процессов работают не с продукцией, а обеспечивают работу основных процессов.
2. Количество вспомогательных процессов не должно быть больше 52 (причины те же, что и в основных процессах).
3. и 4. Идентичны основным процессам.

### ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ПРОЦЕССЫ

Внешние процессы определяются взаимодействием подразделений с внешними организациями (например, поставщиками).

Эти процессы могут использовать как внешние, так и внутренние ресурсы. Входы и выходы внешних процессов обязательно должны быть привязаны к внешним потребителям.

Процесс является внутренним, если на всех его стадиях задействованы только подразделения данной организации, используются только внутренние ресурсы.

Особое место занимают управляющие процессы, которые охватывают весь комплекс функций управления на уровне каждого процесса и системы в целом. В основе таких процессов управления лежит концепция, которая рассматривает все типы управления предприятием: от стратегического планирования до анализа причин отклонений от плана и формирования управляющих воздействий.

### СКВОЗНЫЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ

Сквозной (или межфункциональный) процесс (в англоязычной литературе: end-to-end processes) — процесс, полностью или частично включающий деятельность, выполняемую структурными подразделениями организации, имеющими различную функциональную подчиненность.

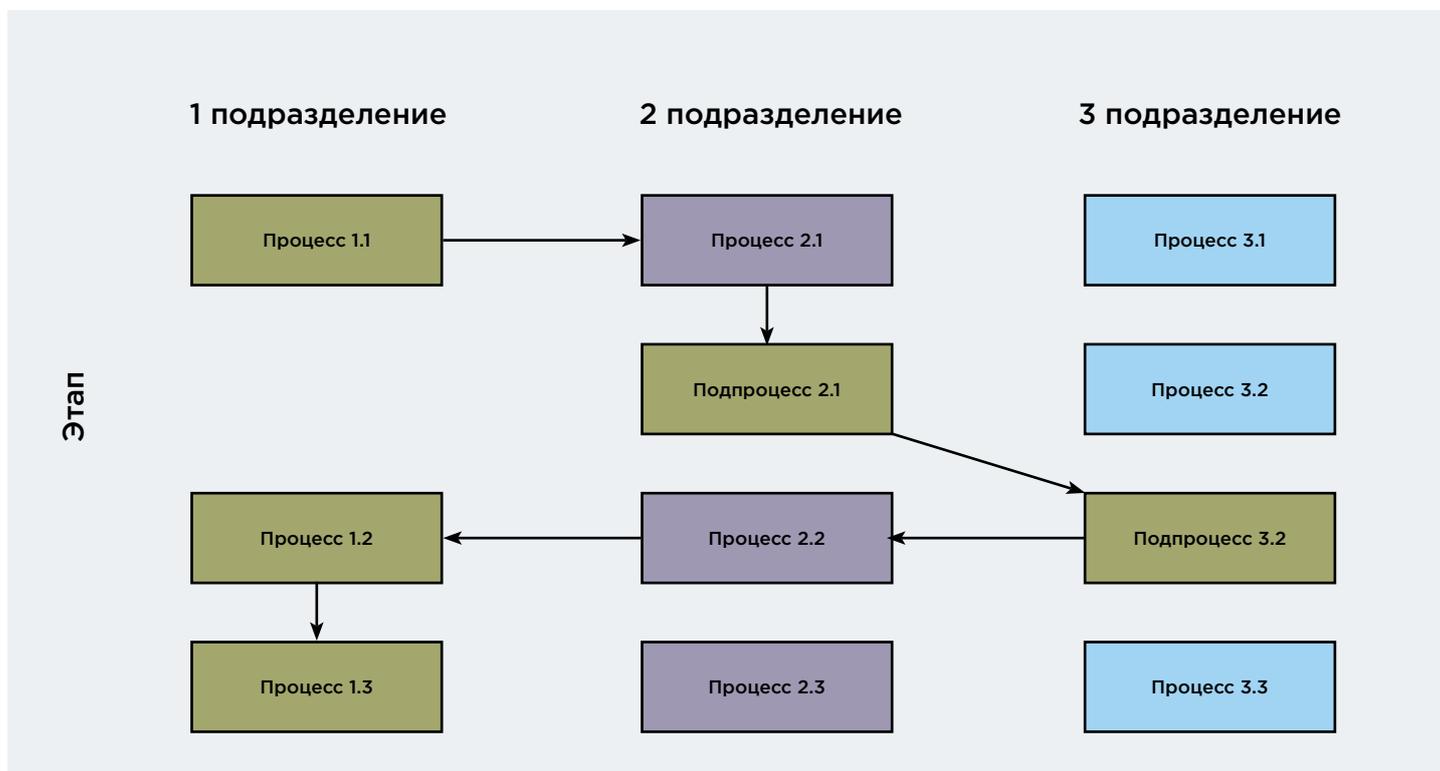
В качестве примера на рис. 6 схематично показано, что сквозной процесс включает в себя большую часть собственной деятельности, выполняемой подразделением 1, и составляющие части деятельности подразделений 2 и 3.

В некоторых источниках сквозной процесс определяется как элементарный поток работ — Work Flow (последовательная во времени передача работы от одного исполнителя к другому, выполняемая согласно определенной технологии). Такое определение является более узким, т.к. исключает понятия ресурсов и системы управления процессом.

Сквозной процесс, также как и любой другой процесс подразделения, должен обязательно иметь владельца процесса. В его распоряжении должны находиться ресурсы, необходимые для выполнения процесса. Если владелец сквозного процесса не имеет ресурсов, то его роль сведется к сбору информации о деятельности процесса и доклада ее руководству организации. Т.е. появится еще один контролер в худшем смысле этого слова.

Пример. Рассмотрим процесс продажи. К этому процессу можно отнести следующие виды деятельности:

- анализ рынка (отдел маркетинга);
- анализ заявки клиента и подготовка договора (отдел продаж);
- согласование договора (юридический отдел);



6 Сквозной (межфункциональный) процесс

- анализ возможностей производства (производственный отдел — при наличии производства);
- расчет плановой себестоимости заказа (экономический отдел);
- анализ состояния расчетов с клиентом (финансовый отдел);
- мониторинг состояния заказа при его реализации (отдел продаж);
- отгрузка готовой продукции (склад)/предоставление услуги;
- оформление бухгалтерских документов (бухгалтерия);
- прочее.

Таким образом, рассматриваемый сквозной процесс будет включать деятельность, выполняемую в следующих подразделениях: отдел маркетинга, отдел продаж, юридический отдел, производственный отдел, планово-экономический отдел, финансовый отдел.

Очевидно, что отнесение деятельности того или иного подразделения к сквозному процессу является субъективным и зависит от желания конкретного руководителя предприятия. Обратимся к рис 2 и рассмотрим принадлежность функции «X» к какому-либо подразделению. Руководитель подразделения 1 может предложить определить сквозной процесс, в котором функция «Ф» находится под его управлением. Но руководитель подразделения 2 может не согласиться с такой постановкой задачи, например, обосновав необходимость личного управления функцией «Ф» сложностью

технологии её выполнения и специальными требованиями к квалификации сотрудников. На основании каких принципов в этом случае будет выделен сквозной процесс? Однозначно не ответит даже опытный менеджер по качеству.

Это означает, что при выделении сквозных процессов у руководства компании никогда не может быть уверенности в правильности сделанного выбора. Те руководители, которые осознают зыбкость такого подхода, пытаются всячески обосновать выделение сквозных процессов различными документально оформленными и "общепринятыми" подходами, пытаясь по-своему интерпретировать стандарты ISO серии 9000 и т.д. Тем не менее, универсальных принципов выделения сквозных процессов, абсолютно лишенных субъективности, пока никто не предложил.

Для чего же вновь предпринимаются попытки определить сквозные процессы? По мнению многих руководителей, основная причина состоит в том, что путем выделения в организации сквозных процессов решается проблема неэффективного взаимодействия различных подразделений, т.е. устраняются так называемые "функциональные барьеры". При этом ставится благая задача ориентировать деятельность подразделений компании на конечный результат и удовлетворение требований клиентов. Ход мыслей руководителей понятен: выделим наиболее важные сквозные процессы, ориентированные на удовлетворение клиентов компании, улучшим эти процессы, и деятельность организации также в целом

улучшится. На практике из слабо документированной деятельности подразделений выделяется некоторая часть работ, которая оформляется как сквозной процесс. Но вспомним, что изменения системы управления не происходят сами собой, они требуют изменения и принципов управления, и самих руководителей, их отношения к управлению. Поэтому простое выделение сквозных процессов чаще всего не приводит к изменению ситуации в организации.

Подход, связанный с выделением сквозных процессов, видится как попытка руководителей упростить себе жизнь без реального изменения системы управления. На сегодняшний день практически неизвестны примеры реальной целесообразности внедрения сквозных процессов, а сообщения об успешном их внедрении разбиваются проведением беспристрастного аудита 2 или 3 стороны.

Не станем подробно разбирать все проблемы использования сквозных процессов в организации — это могло бы послужить темой отдельной публикации, остановимся только на одной ключевой проблеме: проблеме распределения ресурсов. Выделяя и регламентируя сквозной процесс в окружающем его управленческом беспорядке, мы тут же сталкиваемся с необходимостью структурировать всю остальную деятельность, не попавшую в рамки сквозного процесса. Почему? Дело в том, что эффективно управлять сквозным процессом можно, только используя конкретные ресурсы: людей, оборудование, инфраструктуру и т.д. Для того чтобы все эти ресурсы оказались в руках владельца сквозного процесса, должны быть предельно четкие правила выделения ресурсов руководителями функциональных подразделений, которые в этом случае играют роль владельца ресурсов. А одной из его важнейших задач является управление внутренними процессами подразделения по обеспечению сквозного процесса ресурсами. Фактически это уже означает использование элементов матричного управления.

Представим себе, что нам удалось формально регламентировать порядок выделения ресурсов владельцу сквозного процесса. Потом уже возникают сложнейшие проблемы контроля этих ресурсов руководителями подразделений и оценки их реального использования в процессе. Появляется необходимость в объёмных и сложных работах по планированию распределения ресурсов и учету их фактического использования.

Вот лишь некоторые проблемы, связанные с внедрением механизмов матричного управления:

- распределение ресурсов;
- планирование и учет расхода ресурсов;
- оценка эффективности и результативности сквозного процесса;
- мотивация сотрудников, участвующих в различных сквозных процессах и выполняющих работу в своем функциональном подразделении.

Если сквозные процессы выделяются в организации не только для формальных целей, то необходимо заранее разработать меры, позволяющие устранить указанные выше проблемы.

Краткий сравнительный анализ подходов к выделению сквозных процессов и процессов подразделений показывает, что при внедрении процессного подхода к управлению в организации требуется:

#### Этап 1

- 1) построить сеть процессов, выделяя процессы в рамках функциональных подразделений, назначить владельцев процессов;
- 2) описать процессы подразделений и выполнить их регламентацию (четко определяются границы процессов, необходимые для выполнения процессов ресурсы, налаживается взаимодействие между подразделениями по принципу "клиент-поставщик");
- 3) разработать систему показателей оценки процессов, их продуктов и удовлетворенности клиентов;
- 4) запустить систему управления процессами организации, основанную на выполнении цикла PDCA на всех уровнях.

#### Этап 2

- 1) если это целесообразно, выделить сквозные процессы и назначить владельцев;
- 2) описать и регламентировать сквозные процессы (используются уже существующие к этому моменту регламенты процессов подразделений с четко описанными ресурсами), разработать механизмы выделения ресурсов владельцам сквозных процессов и механизмы управления ими;
- 3) разработать систему контроля использования ресурсов сквозными процессами;
- 4) разработать систему показателей оценки сквозных процессов, их продуктов и удовлетворенности клиентов;
- 5) реализовать цикл PDCA для сквозных процессов.

Таким образом, компаниям, внедряющим процессный подход, прежде всего необходимо регламентировать процессы структурных подразделений. После упорядочивания деятельности и успешного внедрения процессного управления (цикл PDCA) гораздо проще решить задачу выделения и управления сквозными процессами. У организации всегда есть в этом случае реальные возможности перехода к матричному управлению, если это потребуется для повышения эффективности бизнеса.

## Мониторинг и анализ процессов

Одна из главных составляющих во внедрении процессного подхода — определение системы мониторинга и улучшения процессов, выбор показателей мониторинга и установление целей по ним. Сразу нужно отметить главное отличие мониторинга и анализа процессов от

традиционного мониторинга деятельности структурных подразделений. При недостижении подразделением установленных целей довольно часто реакцией высшего руководства становится применение санкций к руководству и сотрудникам этого подразделения (выговоры, лишение премий, освобождение и т.п.). А поскольку процесс не является «персонифицированным», связанным с конкретной группой работников, при его мониторинге такое решение становится невозможным — непонятно, к кому именно следует применять санкции. Поэтому руководству придется искать и устранять истинные причины проблемы.

Кроме того, поскольку правильно организованный процесс является завершенным, определить для него реальные показатели мониторинга значительно легче, чем для отдельных подразделений. Особенно это касается подразделений, которые не создают самостоятельных продуктов, а лишь участвуют в работе других подразделений (юридическое подразделение, подразделение по охране труда, подразделение по управлению качеством). Для них особенно сложно определить показатели, которые характеризуют именно их работу и не зависят в какой-то степени от других подразделений. Если возникли проблемы с выбором характерных показателей мониторинга для процесса, это может означать, что сам процесс определен не очень удачно (например, определите четкий и понятный показатель для процесса «Управление документацией»). Руководству, ориентированному на достижение результата, может быть значительно интереснее, насколько эффективно выполняется сама деятельность, а не то, насколько эффективно работают сотрудники подразделения, выполняющего данную работу.

В отечественных организациях построению системы мониторинга процессов уделяется недостаточное внимание. Для многих специалистов разработка процесса — синоним разработки его блок-схемы или другого документа, который определяет порядок его выполнения. И только в конце имеется маленькое дополнение: схема его мониторинга и анализа. В компаниях, которые по-настоящему внедряют процессный подход, разработка структуры мониторинга должна быть такой же важной, как и разработка порядка выполнения процесса.

Главная причина в том, что схема мониторинга процесса и цели в соответствии с ним должны устанавливаться при участии высшего руководства (имеются в виду процессы высшего уровня, для процессов низших уровней — при участии их владельцев). Ведь именно через этот механизм руководители высшего звена доводят до владельцев процессов свои требования и пожелания относительно процесса, свое видение его лучшего выполнения. А что касается разработки определения и документирования порядка выполнения процесса — это может быть отнесено к полномочиям владельца процесса.

## Сколько процессов СМК должно быть в организации?

На этот счёт ISO 9001 ничего не говорит, поэтому величина и число процессов определяются индивидуально для каждой компании, при этом учитываются следующие положения:

- при использовании подхода «от стандарта» максимальная величина процессов СМК определяется количеством реализуемых пунктов требований ISO 9001 — прототипов процессов СМК организации (нежелательна ситуация, когда один процесс СМК соответствует двум и более пунктам ISO 9001);
- чем более формализована СМК, тем больше объем процесса и, следовательно, меньше само число процессов;
- при наличии в организации какой-либо документированной СМК минимальное число процессов и, следовательно, максимальная величина/объем процесса могут определяться таким образом, чтобы построенная и документированная впоследствии сеть процессов (совокупность процессов СМК и взаимосвязей между ними) дополняла уже имеющуюся нормативную документацию, при этом исключалось дублирование процедур, описанных в СМК;
- чем сложнее структура организации, тем больше число процессов СМК (при разработке СМК нужно стремиться к соответствию числа процессов структурным подразделениям организации).

Вместо заключения приведу высказывание ведущего специалиста в области качества Т. П. Калиты:

«Часто в литературе говорят о построении в организации системы управления качеством по стандарту ISO 9001. Также можно называть эту работу усовершенствованием системы управления организацией на основе стандарта ISO 9001. Это название более точное, но оно тоже не кажется совершенным, поскольку привязывает работу к требованиям стандарта, а не к нуждам самой организации. Возможно, более эффективным позиционированием соответствующей работы может быть именно внедрение процессного подхода к управлению организацией. Такое позиционирование может побуждать сотрудников к тому, чтобы действительно глубоко пересмотреть и усовершенствовать базовые подходы к своей деятельности, а не просто сосредоточиться на успешном прохождении сертификационного аудита. А если организации удалось ввести процессный подход по-настоящему, то можно сказать, что 90% соответствия требованиям стандарта ISO 9001 уже достигнуто. А то, что осталось — это, скорее всего, локальные вопросы, которые могут быть разрешимы владельцами процессов».



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



## Paraquada

Сверхгибкий автомат установки компонентов и нанесения паяльной пасты



Встроенный каплеуловитель 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 чип 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

## ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ: Что? Где? Когда?

и другие  
важные вопросы  
производства



Текст: **Денис Васильев**



В статье «Оружие новой революции», журнал «Вектор Высоких Технологий» № 1(6), февраль 2014, мы уже говорили о таком инструменте управления производственными процессами предприятия как MES-система СМАРТ. Сегодня мы продолжим рассказ об этой системе и рассмотрим основополагающий модуль системы — модуль прослеживаемости (англ. Traceability).



## Немного истории

Зачатки процесса прослеживаемости возникли отнюдь не в машиностроении или иной технологичной сфере, как это могло бы показаться на первый взгляд. Почвой для зарождения этого процесса стали сельское хозяйство и приготовление пищи. Ещё в античности и в средние века многие из производителей учитывали приходящее к ним сырьё или полуфабрикаты, используемые в приготовлении пищи. И благодаря подобному учёту могли контролировать качество производимой продукции.

С ростом и развитием иных отраслей ведение учёта сырья становилось одним из решающих факторов, влияющих на качество финального продукта. С промышленными переворотами и индустриализацией промышленности повсеместно расширялось применение подобных методик и процессов.

На сегодняшний день прослеживаемость – один из необходимых процессов на предприятиях, для которых качество продукта и эффективность производства находятся в числе основных стратегических целей. Прослеживаемость применяется практически в любой сфере деятельности: электроника, машиностроение, химическая, лёгкая промышленность и т.д. Несколько предприятий в единой логистической цепочке, открывая свои базы данных друг другу, могут создавать глобальную прослеживаемость для финального продукта и способны обеспечить максимальную эффективность и уровень качества. Подобные решения широко используются в автомобилестроении и производстве военной техники.

Стоит отметить, что и пищевая промышленность, как прародитель данного процесса, одна из основных сфер, где применение прослеживаемости повсеместно распространено, а в некоторых отраслях (например, птицеводство, рыбная и молочная промышленности) является обязательным и неотъемлемым условием для официальной работы предприятий.

## Что такое «Прослеживаемость»?

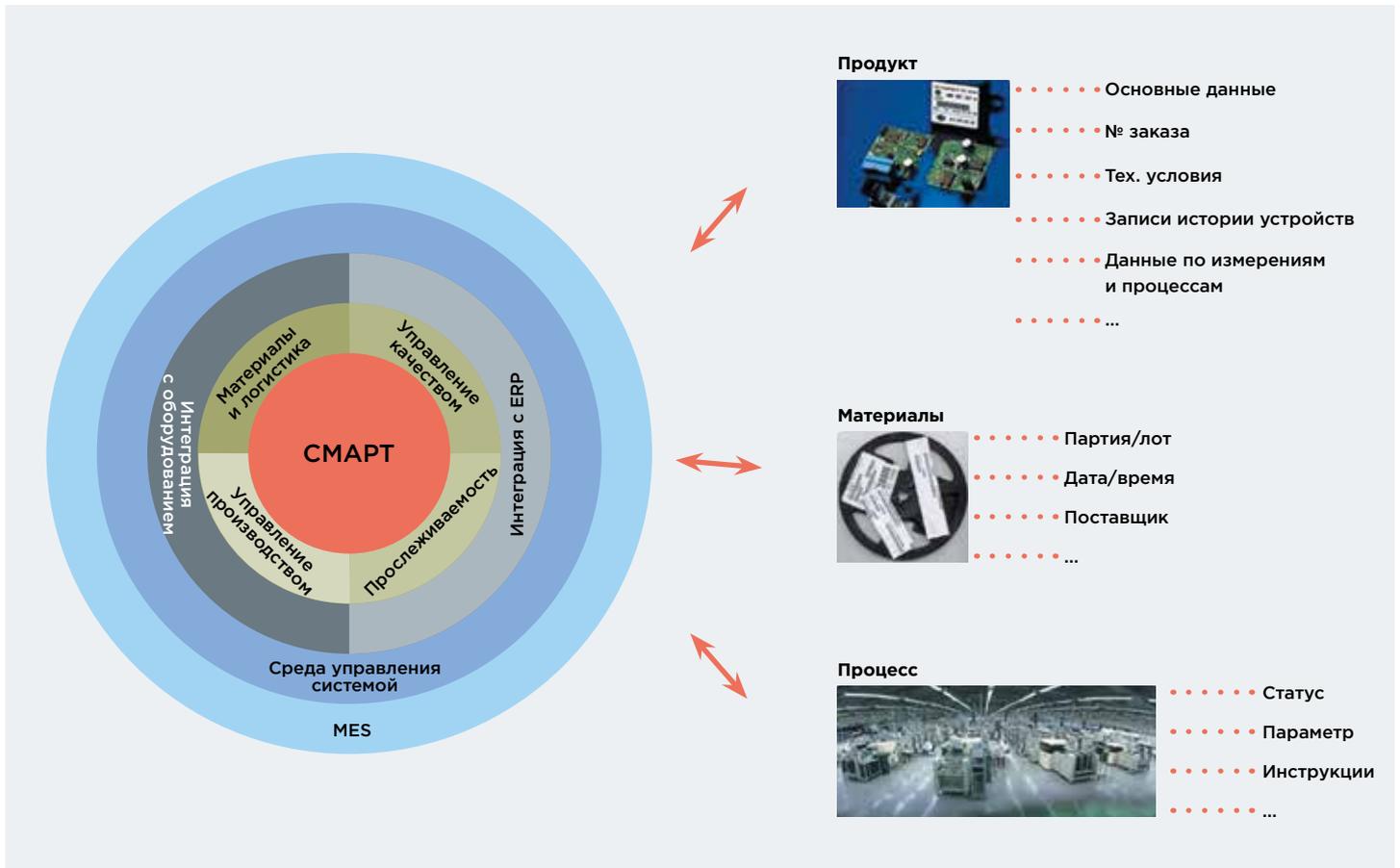
Несмотря на то, что прослеживаемость и её элементы в производстве использовались давно, международный стандарт ISO8402 «Управление качеством и обеспечение качества — Словарь» дал их чёткое определение только в 1994 году:

*«Прослеживаемость» — способность проследить предысторию, использование или местонахождение объекта с помощью идентификации, которая регистрируется.*

*Примечания:*

1. Термин «прослеживаемость» может быть использован в одном из трёх основных значений:
  - a) по отношению к продукции он может определять:
    - происхождение материалов и комплектующих,
    - предысторию производства продукции,
    - распределение и местонахождение продукции после поставки;
  - b) при калибровке — установление связи между измерительным оборудованием и национальными и международными стандартами, первичными стандартами, основными физическими константами или свойствами или эталонными материалами;
  - c) при сборе данных — установление связей между вычислениями и данными по всей петле качества, а иногда и между первоначальными требованиями к качеству объекта.
2. Все аспекты требований к прослеживаемости должны быть чётко установлены, например, по периодам времени, месту происхождения или идентификации.

Данное определение также заимствуется и для использования в России — в Рекомендациях «Система качества. Идентификация и прослеживаемость продукции на предприятии», выпущенных ВНИИС Госстандарта РФ (Р 50-601-36-93).



1  
Прослеживаемость. Основные данные

Что же позволяет обеспечить современному предприятию по производству радиоэлектронной аппаратуры внедрение прослеживаемости? Если обобщать все преимущества, то можно охарактеризовать это как достижение «прозрачности» производства.

Прослеживаемость для предприятия позволяет ответить на ряд важных вопросов. Приведём самые основные из них:

- на основании каких изначальных данных был выпущен продукт?
- в рамках какого заказа был выпущен продукт?
- в какой временной период был выпущен продукт?
- на каком оборудовании, рабочих местах и какими исполнителями был выпущен продукт?
- с каким качеством и выходными результатами измерений был выпущен продукт?
- на каком оборудовании, рабочих местах и в какое время возникала несоответствующая по качеству продукция?
- какие именно компоненты (партия, поставщик и т.п.) были установлены при производстве продукта?
- и был ли вообще выпущен на предприятии конечный продукт?

Вся собираемая в рамках прослеживаемости информация по продуктам сегодня, в век информатизации, представляет собой компьютерную базу данных, которая является основой для последующих представлений (отчётов, графиков, результатов поиска).

Помимо непосредственного сбора данных (т.н. «пассивной» прослеживаемости), всё чаще встречается использование дополнительного мониторинга собираемых данных в реальном времени и их онлайн проверка на соответствие заданным параметрам. Это позволяет предприятию использовать «активную» прослеживаемость. Она заключается в предписании для каждого продукта условий, которые должны быть соблюдены при производстве и последующей проверке. В качестве примеров можно привести задаваемые условия:

- по использованию в продукте заранее определённых компонентов (каталожный номер, номинал, партия, номер внутреннего заказа или иные индивидуальные свойства);
- по корректной комплектации рабочих мест сырьём, компонентами и расходным материалом, необходимым для исполнения заказа (в том числе и корректность загрузки питателей для автомата установки);

- по использованию при производстве заранее определённой оснастки (например, трафарет), материалов (например, паяльная паста), контрольно-измерительной аппаратуры или методики автоматического тестирования;
- по прохождению строго заданного маршрута и выполнению заданной последовательности операций в процессе производства.

В случае несоблюдения одного или нескольких условий производство продукта приостановится и не будет осуществляться дальше точки, на которой было обнаружено данное несоответствие. Этот механизм получил название «Производство «как запланировано» и позволяет предупреждать ошибки и не допускать продукт дальше по производственной цепочке, пока несоответствие не будет устранено и условие не будет выполнено.

## Идентификация

Прослеживаемость невозможно реализовать, если не будет какого-либо способа разделять элементы, представляющие данные или являющиеся этими данными. И для этого используется неотъемлемая составляющая прослеживаемости — идентификация, т.е. способ, позволяющий отличить одну единицу чего-либо от другой.

В рамках организации прослеживаемости имеет смысл идентифицировать все аспекты, которые требуются к учёту и/или проверке при производстве продукции в зависимости от целей. К их числу можно отнести:

- информацию по заказам — номер, клиент, тарное место и т.п.;
- каждую производимую единицу продукции;
- сырьё — компоненты и расходные материалы;
- оснастку, необходимую для производства данного вида продукции;
- рабочие места, участки и машины, через которые продукт проходит в рамках производственного маршрута;
- работников предприятия, которые задействованы в непосредственном производственном процессе;
- и т.д.

Каждый из этих элементов чаще всего описывается каким-либо индивидуальным уникальным цифровым кодом. В зависимости от идентификационного признака используют различные варианты присвоения уникального идентификатора.

- Наиболее часто используемые способы идентификации: маркировка или этикетирование при помощи штрих-кодов для их последующего считывания. Имеют распространение как линейный (1D), так и двумерный (2D) коды. Последний используется для случаев, когда требуется закодировать большое количество информации или же когда в корпусе, на печатной плате или иных элементах продукта недостаточно места для размеще-



Лазерный маркировщик Nutec LMC-S3

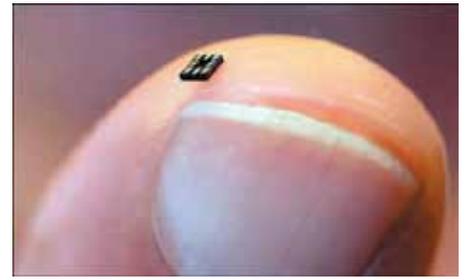
ния 1D-кода. Также стоит отметить, что для каждой из групп штрих-кодов имеется свой тип символики (другими словами, стандарты кодировки). Штрих-коды могут быть нанесены как при приёме сырья или в процессе производства (маркировщиком, наклейками или иным способом), так и могут использоваться уже приходящие на производство маркировки (например, стандартная маркировка производителя компонентов).

- В отдельных случаях производители используют идентификацию способом RFID-меток, т.е. интегральных микросхем, установленных в изделия и хранящих в себе уникальный идентификатор, который может быть считан на определённом расстоянии радиосигналом. Это позволяет считывать серийный номер устройства без видимого доступа к плате продукта, когда плата уже установлена в корпус или покрыта слоем герметика. Этот же способ можно использовать для идентификации сотрудников предприятия, участвующих в производственном процессе (с использованием персональных карт доступа сотрудника).

- Для автоматических станций или иных элементов, содержащих серийный номер и позволяющих считать его с помощью подключения к системе через программный интерфейс, идентификация может происходить программным способом.

- Для предприятий, требующих бумажного сопровождения производства, может применяться идентификация в виде документа сопровождения (сопроводительный лист, маршрутная карта и т.п.)

Имея в распоряжении необходимые инструменты и методики обеспечения прослеживаемости, на предприятии можно реализовать систему прослеживаемости производства. Но необходимо учитывать, что все предприятия отличаются друг от друга по целому ряду факторов: тип и номенклатура выпускаемой продукции,



3 Примеры способов идентификации: штрих-код 1D-Code 128, штрих-код 2D-DataMatrix и RFID-чип

объёмы производства, установленное оборудование, организация процесса производства и обеспечения, бизнес-процессы, используемая документация и т.д. Также в зависимости от текущего состояния предприятия могут значительно различаться и детализированные цели, которые планируются к решению через внедрение прослеживаемости. Именно по этой причине не существует общих типовых решений. И в деталях для каждого предприятия такая задача представляет собой исключительно индивидуальный проект, учитывающий все прошлые, текущие и будущие особенности жизнедеятельности предприятия.

Стандартную методику внедрения системы прослеживаемости можно разделить на следующие этапы проработки:

1. Формулирование и описание целей, которых необходимо достичь внедрением прослеживаемости. Исходя из методики SMART для формирования целей, любая цель должна быть:

- конкретизирована (Specific);
- измерима (Measurable);
- достижима (Achievable);
- значима (Relevant);
- соотносима с временными сроками (Time-bounded).

2. Определение, для каких именно продуктов требуется внедрение прослеживаемости. Описание всех важных для прослеживания аспектов, например, правильность использования и установки компонентов, персонал, оборудование и т.д.

3. Определение идентификационных признаков, необходимых для прослеживаемости. Описание, что именно для каждого их элементов прослеживаемости необходимо учитывать: серийный номер для производимой продукции, каталожный номер для компонентов, индивидуальный номер работника и т.п. Описание формата, в каком физическом виде тот или иной идентификационный признак должен быть реализован (штрих-код и его тип, метка и т.п.)

4. Описание точек в производственном цикле, в которых должна быть задействована прослеживаемость. Для

каждой из точек необходимо учесть и описать все необходимые к реализации процессы, с которых необходим сбор информации. Создание идентификационной схемы.

5. Описание, каким образом должна храниться информация (формы, порядок учёта, взаимные связи между идентификационными признаками).

После выполнения этих этапов можно приступать к начальной фазе реализации, учитывая, что в процессе работы могут «всплыть» нюансы, которые не были учтены при планировании, или же могут добавиться новые вводные. В таком случае для их отработки необходимо пройти по всем перечисленным шагам в разрезе появившихся изменений.

Правильно и детально проработанная система прослеживаемости гарантированно сможет повысить качество продукции и общую эффективность производства.

## Прослеживаемость в системе SMART

Как уже упоминалось в начале этой статьи, модуль Прослеживаемости (TR) в системе SMART является основополагающим. Помимо своего основного функционала он активно взаимодействует с остальными модулями системы — Качества (CAQ), Управления производством (PM), Материалов и логистики (ML) и другими.

Прослеживаемость в системе SMART реализована в активной форме, т.е. система позволяет избежать возможных ошибок при производстве с помощью контроля выполнения условий, требующихся для правильной сборки продукта. Каждый проект реализации прослеживаемости индивидуален, и в системе SMART имеется очень удобный механизм реализации проектов, заключающийся в возможности гибких настроек и описаний правил работы. В том числе существует возможность добавлять новые атрибуты к элементам системы и осуществлять по ним обработку данных — сортировку, учёт в других модулях и многое другое рис 4.

Из общих разделов модуля Прослеживаемости системы SMART можно выделить следующие:

**1. Раздел Продуктов.** Пользователь системы может узнать все необходимое о произведённой продукции с целым рядом условий для поиска.

Примеры получаемой информации:

- количество произведённых продуктов как в целом, так и в рамках определённого заказа;
- серийные номера произведённого продукта;
- полная информация по серийному номеру: когда и где был произведён, история сборки, результаты тестирования и типы отказов, доработки на участке ремонта и т.п.;
- каковы данные по качеству для произведённых продуктов (количество отказов, графики и таблицы распределения измерений физических величин и т.п.);
- перечень компонентов и материалов, использованных при производстве продукта.

Примеры задаваемых условий для поиска:

- временной период;
- участок сборки (рабочие места, линии, цеха, предприятие в целом);
- статус выполнения (завершённое или незавершённое производство);
- были ли отказы при тесте или ремонты;
- и т.п.

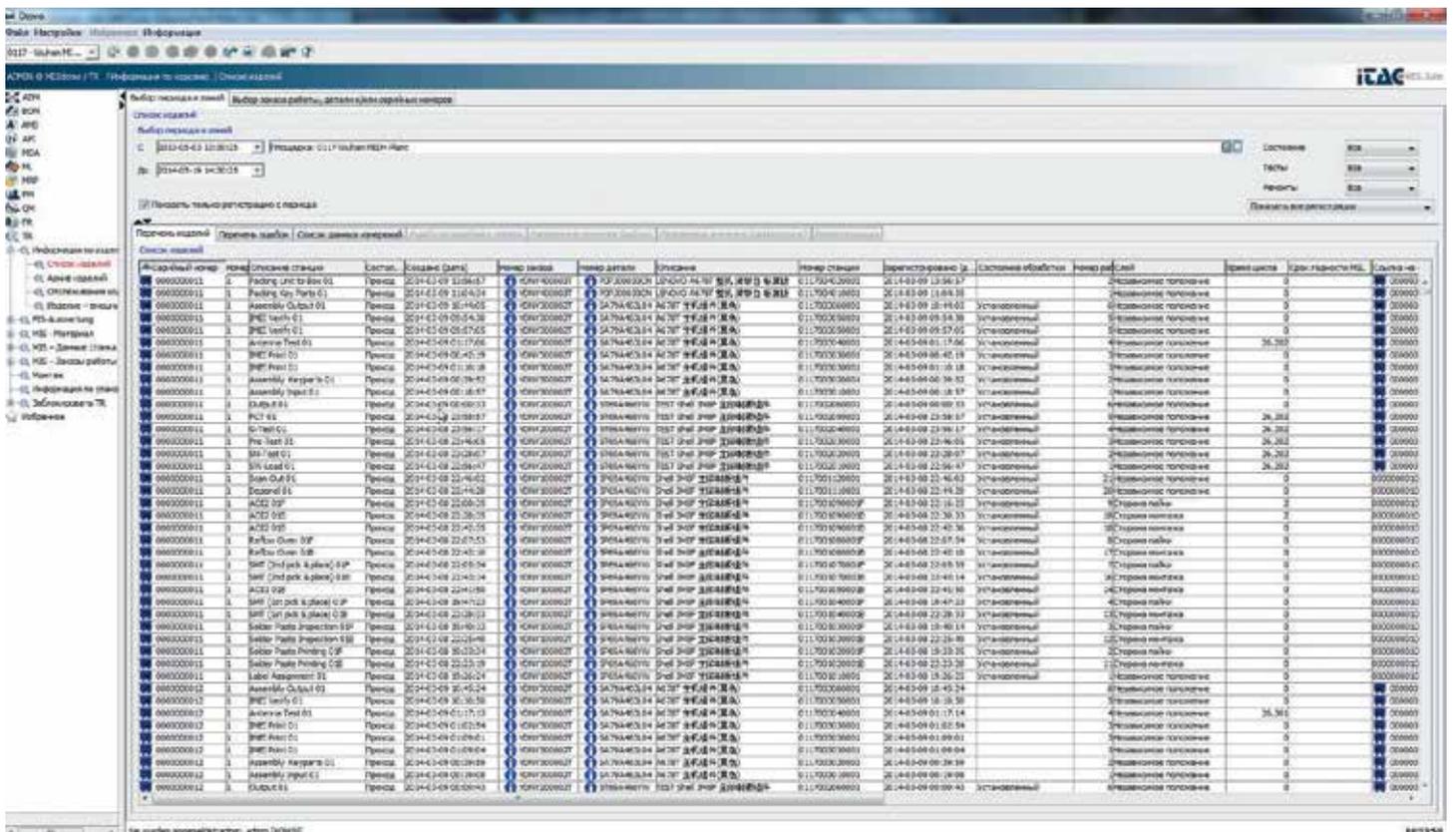
**2. Раздел Материалов.** Позволяет осуществлять поиск, исходя из материалов, которые были применены в производстве продукции.

Примеры получаемой информации:

- обзор лота/ лотов материалов, использовавшихся в производстве;
- поиск истории использования материалов (как лотов, так и отдельных единиц) с перечнем серийных номеров продукции, где материал был использован;
- отказы в производстве, вызванные использованием компонента (с перечнем продуктов и серийных номеров).

Примеры задаваемых условий для поиска:

- временной период;
- наименование производителя;
- номер лота;
- номер контейнера;
- классификация материала;
- и т.п.



4 Пример интерфейса системы SMART. Вывод истории производства на производственном участке

**3. Раздел Процессов.** Отправной точкой для поиска в этом разделе является так называемый «Рецепт» — совокупность элементов документации для продукции, которые чётко описывают, как именно должно осуществляться производство продукта: маршрутные карты, спецификация, необходимые условия по тестированию и пр.

Для каждого из Рецептов есть возможность найти данные:

- по изготавливаемым продуктам (количество, серийные номера, даты и т.п.);
- по качеству изготовления (количество отказов, ремонтов, графики измерений);
- по заказам, обработанным по данному Рецепту.

**4. Раздел Оборудования и рабочих мест.** Позволяет получать полную картину о том, каким образом были задействованы как автоматизированные, так и ручные рабочие места:

- каким образом были загружены;
- какие заказы и продукты выполнялись;
- какие серийные номера производились на рабочих местах
- и т.п.

**5. Раздел Заказов.** В данном разделе можно получить всю необходимую информацию по отдельным номерам заказа или серии заказов:

- статус и история выполнения заказов (создание, принятие в работу, выработка и т.п.);
- полная информация о производимой в рамках заказа продукции — количество, серийные номера, качество, временные характеристики и т.п.

В этом же разделе есть возможность ручного создания и редактирования заказов, присвоения им атрибутов — рецепт, статус, срок исполнения и т.п. Также заказы могут быть импортированы из ERP-системы предприятия, если при развёртывании системы были проведены работы по интеграции с ERP.

**6. Раздел Отгрузок.** Напрямую связан с информацией об отгрузках произведённой продукции в рамках лота, заказа или иных задаваемых условий поиска. Пользователь системы может получить полную информацию об отгруженных, отгружаемых в данный момент или ещё не отгруженных продуктах. Кроме этого, система позволяет учитывать не только серийные номера отдельных продуктов, но и идентифицировать общие товарные места: групповую упаковку, паллеты, контейнеры и т.п.

**7. Раздел Блокировки.** Учитывает и отображает всю необходимую информацию по заблокированным в процессе производства серийным номерам. Именно этот раздел является основополагающим для решения вопросов несоответствия условий производства продукта, заранее заданным в рамках активной прослеживаемости и механизма «Производство «как запланировано».

Все вышеперечисленные разделы модуля Прослеживаемости системы SMART позволяют своим пользователям в кратчайшие сроки получить максимально исчерпывающую информацию по производству и производимой продукции.

---

Данная статья — лишь краткий взгляд на модуль Прослеживаемости системы SMART. В следующих номерах научно-практического журнала «Вектор Высоких Технологий» мы будем продолжать цикл статей, посвящённых оптимизации производства, MES-системам и функционалу комплекса SMART. 

# Построение современной цифровой системы управления технологическими процессами.

Цеховой уровень  
управления

Текст: **Станислав Гафт**  
**Олег Смагин**

”

Эффективное производство. Цифровое управление. В последнее время эти термины всем набили оскомину из-за их частого употребления, причём не всегда к месту. «А что же это такое? Нужно ли это вообще и мне в частности?» — вот те вопросы, которые нередко задают себе специалисты, занимающиеся построением эффективного электронного производства.

**«Омега-Остек. Простое управление сложным»**

«По утрам люди, как шестерёнки приходят в зацепление и тащат друг друга из своих норок, и каждая шестеренка крутится на своем месте до полного износа, свято веря, что движется таким образом к счастью. Никто не знает, кто заводит пружину. Но когда она ломается, город сразу превращается в руины...»

**Виктор Пелевин**

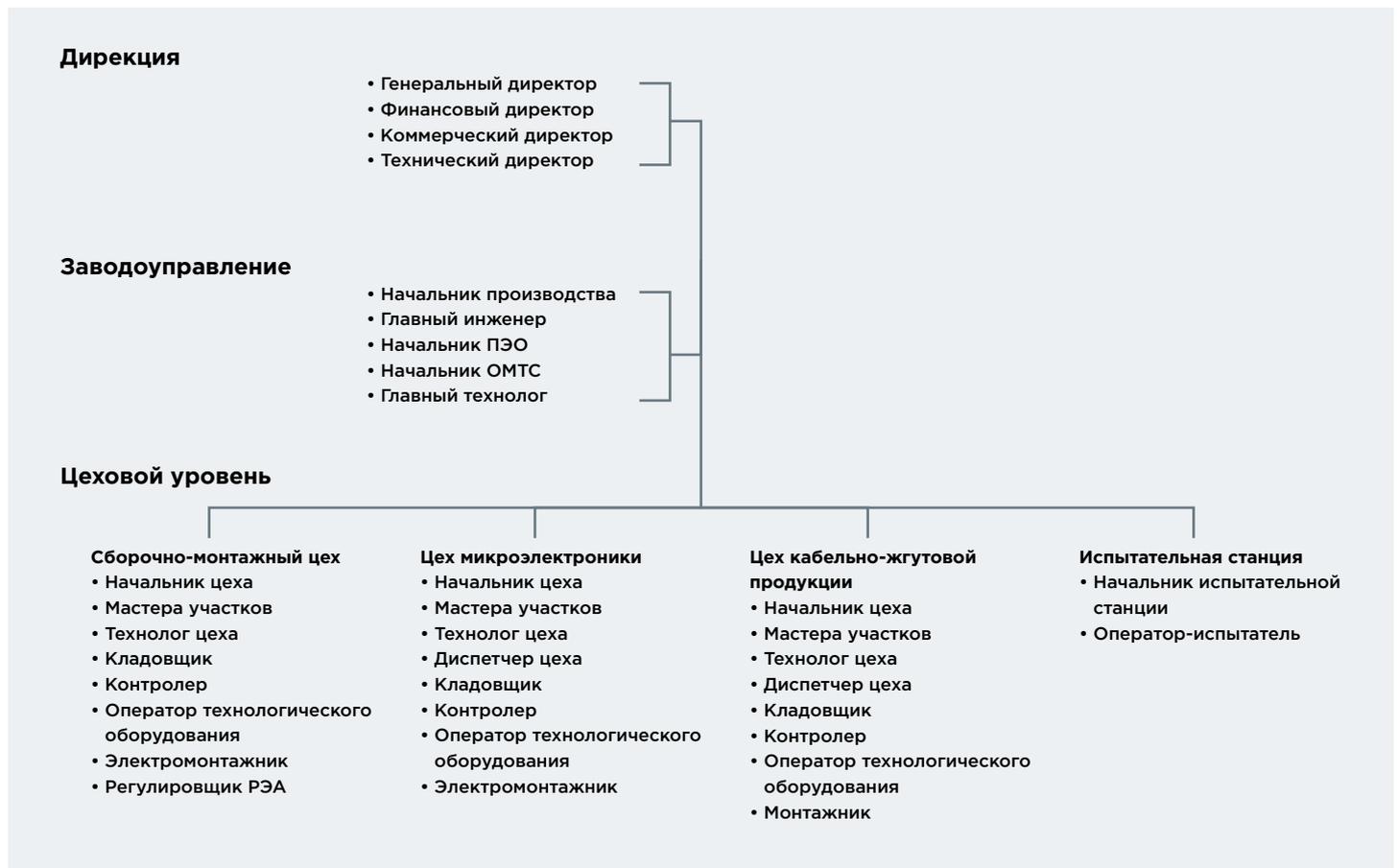
**М**ечта любого руководителя — чтобы производство работало «само» как чётко отлаженный механизм. При этом большинство руководителей понимает, что в такой четко отлаженной или отлаживаемой системе нельзя допускать отклонений от установленных и утвержденных правил. Нельзя ни при каких обстоятельствах. Но... все-таки можно. Характерный пример: наряд-заказ не может быть запущен в производство при дефиците комплектующих. Это правило для современного электронного производства должно быть незыблемо, но часто нарушается, чтобы не допустить вынужденного простоя рабочих и оборудования. Простоев, конечно, можно избежать, но принятие таких управленческих решений может привести к отклоне-

нию от установленной и утвержденной технологии. Как правило, предлагается собрать печатный узел, а недостающие компоненты доустановить вручную после их поставки. А отклонение от утверждённой технологии вызывает:

- снижение качества и надёжности выпускаемой продукции;
- увеличение трудоемкости;
- увеличение себестоимости;
- снижение прибыли.

Иными словами, «мягкое» управленческое решение выливается в злую и грубую шутку: вы получаете худший продукт за большие деньги. И это только прямые затраты. Представьте себе, что вы дали разрешение на запуск в производство «с дефицитом» печатного узла, который будет установлен в изделие ответственного применения, например, в космический аппарат. Последствия такого решения могут быть весьма ощутимыми, если изделие не полетит или полетит, но не туда. К сожалению, в последнее время такие примеры наблюдаются часто.

Ещё один реальный пример. На рубеже веков, в начале двухтысячных годов в течение одного квартала резко (приблизительно на 300%) выросли цены на палладий — материал, который широко используется в производстве



многослойных керамических конденсаторов. Большинство известных производителей нашли решение и предложили потребителям выбор: поставку компонентов с палладием и повышением цены на 20% либо с заменой палладия на никель и сохранением цены. А одна компания, не предупредив своих заказчиков, начала поставлять компоненты с никелем. В процессе оплавления стали разрушаться до 70% таких компонентов. Дефект был достаточно быстро обнаружен, локализован, найдена причина, разработаны корректирующие и предупреждающие действия. Компания, использующая эту продукцию, понесла относительно небольшие затраты, связанные с заменой неисправных (или потенциально неисправных) компонентов. Потери могли быть куда более значительными, если бы указанный случай произошел в условиях массового производства, и производитель не смог быстро среагировать на несоответствия в выпускаемой продукции.

Что же делать, чтобы не допустить подобных ситуаций? Ответ есть.

Нужно оснастить электронное производство современной цифровой системой управления, которая обеспечит:

- выполнение всех технологических операций в соответствии с утвержденными документами;
- прослеживаемость полной истории всех применяемых компонентов, комплектующих и материалов;
- единое информационное пространство для всех участников производственного процесса.

Цель данной статьи — описать основные задачи и решения интерфейсов, которые были реализованы при построении и внедрении системы управления технологическими и производственными процессами «Омега-Остек» на цеховом уровне, который и является фундаментом цифровой системы управления всего предприятия.

Приведенная на рис 1 иерархическая структура рабочих

мест не абсолютна, но, в том или ином виде, она лежит в основе большинства предприятий электронной отрасли. Наименования должностей могут быть различными, но их функционал меняется незначительно — именно он формирует состав автоматизированных рабочих мест (АРМ).

Общие требования к АРМ следующие:

- отображение только необходимой для выполнения данной работы информации;
- предоставление решений в строгом соответствии с задачами данного рабочего места;
- разрешение выполнения только назначенных работнику действий;
- работа персонала, осуществляющего подготовку производства, фиксируется в «традиционной» форме документов, таблиц и графиков с наглядной визуализацией проходящих производственных процессов;
- взаимодействие персонала, участвующего непосредственно в производстве, с системой управления происходит с помощью специализированных интерфейсов сенсорных мониторов со строго определенным набором экранных кнопок.

При внедрении системы управления такой подход даёт ряд преимуществ:

- быстрая адаптация к условиям конкретного производства;
- существенное упрощение обучения персонала;
- минимизация влияния «человеческого фактора».

Рассмотрим подробнее, что собой представляет цеховой уровень в системе управления «Омега-Остек».

## Рабочее место технолога цеха

Основные задачи, которые решает технолог цеха:

- проверка и приёмка конструкторской документации на новые изделия;

2  
Рабочее место технолога сборочно-монтажного цеха. Контроль проведения технологической подготовки производства

**Интегратор ТПО**  
Технологическая готовность

Наименование изделия	Обозначение изделия	Температура	Готовность				Дата начала формирования	Дата завершения формирования
			К2	Т2	вкл. оборудования	соемта (пр. программа)		
1 Контроллер	ABB 30000 000-1	ABB 25341.000-2	✓	✓	✓	✓	12.11.2013 13:11	27.11.2013 09:23
2 Базовая станция	ABB 300000 0044	ABB 25351.001-1	✓	✓	✓	✓	22.11.2013 13:34	02.12.2013 08:52
3 Блок электромеханики	BBT 125405.777-6	BBT 23433.30022	✓	✓	✓	✓	05.12.2013 11:46	
4 Базовая станция	AAA 123456.800	AAA 12345.000-1	✓	✓	✓	✓	22.11.2013 13:00	
5 Модуль питания	AA55 123111.832	AA55 12889.000-1	✓	✓	✓	✓	18.12.2013 11:21	02.12.2013 13:55
6 Плата расширения	AAA 000000.800	AAA 00000.000-6	✓	✓	✓	✓	18.12.2013 11:21	
7 Датчик температуры	AAA 233444.789-5	AAA 23344.12345	✓	✓	✓	✓	14.01.2014 00:21	
8 Плата управления	BBB 789010.654-3	BBB 78901.000-3	✓	✓	✓	✓	23.01.2014 13:54	

Базовая станция (AAA 123456.800), управляющие программы

Наименование оборудования	Наименование программы	Имя файла программы	Дата загрузки программы	Дата подключения к компьютеру	Исполнитель
1 Контроллер АBB 30000 000-1	Программа управления технологическим процессом	ABB_TPP1	12.11.2013	12.11.2013	Иванов И.И.
2 Базовая станция АBB 300000 0044	Программа управления технологическим процессом	ABB_TPP2	22.11.2013	22.11.2013	Иванов И.И.
3 Блок электромеханики BBT 125405.777-6	Программа управления технологическим процессом	BBT_TPP3	05.12.2013	05.12.2013	Иванов И.И.
4 Базовая станция AAA 123456.800	Программа управления технологическим процессом	AAA_TPP4	22.11.2013	22.11.2013	Иванов И.И.
5 Модуль питания AA55 123111.832	Программа управления технологическим процессом	AA55_TPP5	18.12.2013	18.12.2013	Иванов И.И.
6 Плата расширения AAA 000000.800	Программа управления технологическим процессом	AAA_TPP6	18.12.2013	18.12.2013	Иванов И.И.
7 Датчик температуры AAA 233444.789-5	Программа управления технологическим процессом	AAA_TPP7	14.01.2014	14.01.2014	Иванов И.И.
8 Плата управления BBB 789010.654-3	Программа управления технологическим процессом	BBB_TPP8	23.01.2014	23.01.2014	Иванов И.И.

- организация и проведение технологической подготовки цеха для новых изделий;
- разработка и поддержка технологической документации;
- контроль проведения изменений.

Один из вариантов решения таких задач представлен на рис 2. В верхней части показаны:

- состояние переданной конструкторской документации;
- наличие разработанного (типового) технологического процесса;
- состояние разработанной и утверждённой технологической документации;
- готовность:
  - необходимого нестандартного оборудования;
  - оснастки;
  - управляющих программ;
- даты начала и окончания проведения технологической подготовки производства.

Зелёный цвет поля соответствует полной готовности соответствующего раздела технологической подготовки производства, жёлтый — технологическая подготовка производства начата, но не завершена; красный — технологическая подготовка не начата.

При подведении курсора к соответствующему полю в нижней части экрана можно получить более подробную информацию о ходе проведения технологической подготовки производства. Одним из основных законов, которые необходимо неукоснительно соблюдать при построении системы управления современным электронным производством, является запрет на запуск в производство изделия с незавершённой технологической подготовкой.

Используя специализированный интерфейс рабочего места технолога можно:

- контролировать ход передачи конструкторской документации на новые изделия;

- контролировать процесс технологической подготовки производства для новых изделий;
- контролировать проведение изменений в соответствии с извещениями;
- анализировать причины задержки запуска в производство новых изделий;
- прогнозировать сроки окончания технологической подготовки производства и запуска изделий.

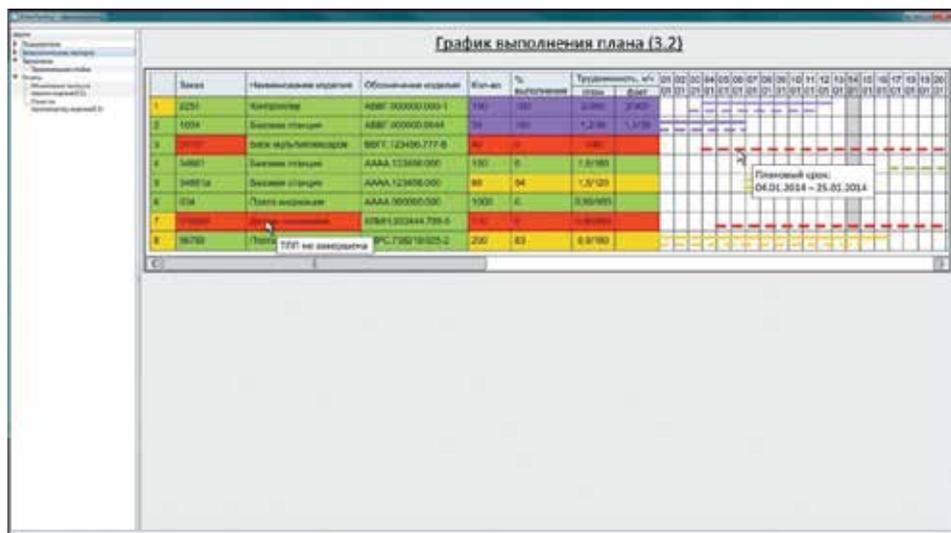
## Рабочее место диспетчера цеха

Основные задачи, которые решает диспетчер цеха:

- обеспечение бесперебойного и ритмичного выполнения плана производства в цеху в рамках общего плана по всему предприятию;
- обеспечение плана закупок необходимых компонентов, комплектующих и материалов;
- постоянный анализ загрузки основного технологического оборудования и персонала, обнаружение «узких» мест;

Один из вариантов решения таких задач представлен на рис 3. В левой части показана очередь заказов, сформированная планово-диспетчерским отделом. Красное поле в графе «Заказ» индицирует неготовность комплектации. Красное поле в графе «Наименование изделия» индицирует незавершённость технологической подготовки производства. Жёлтое значение поля в графах «Количество», «% выполнения», «Трудоёмкость» индицирует, что процесс выполнения данного заказа начат. Фиолетовый цвет в указанных полях индицирует процесс завершения выполнения соответствующих заказов.

В правой части показана временная шкала плановых и фактических значений выполнения наряд-заказов. Более подробная картина хода выполнения наряд-заказа выводится в нижней области экрана при наведении курсора на соответствующее поле.



3 Рабочее место диспетчера. Выполнение плана производства

## Рабочее место начальника цеха

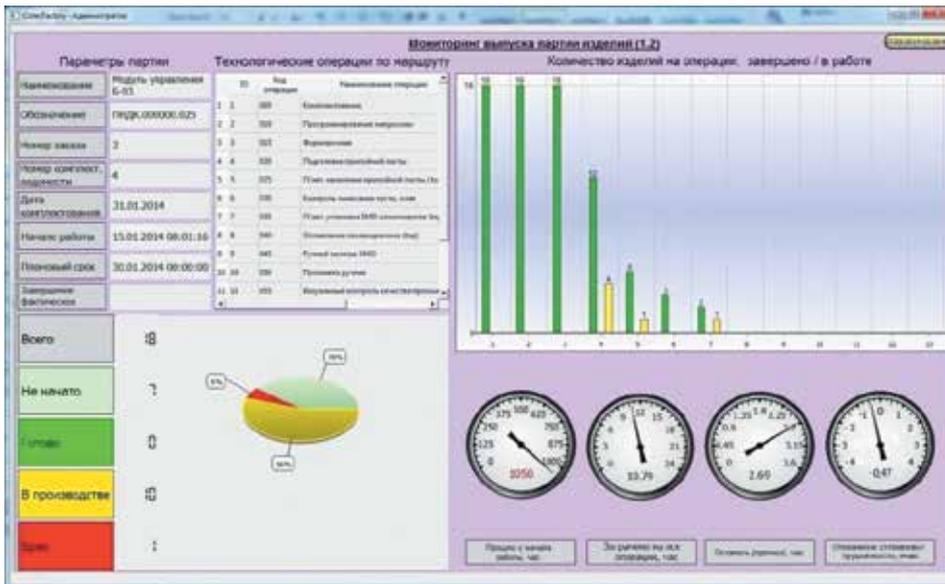
Основные задачи, которые решает начальник цеха:

- подготовка требований-накладных по форме М11 для получения компонентов, комплектующих и материалов (ККМ) на центральном заводском складе в соответствии с заданной ПДО очередью наряд-заказов;
- контроль получения ККМ на центральном заводском складе и доставка их на цеховой склад ККМ;
- комплектация ККМ по рабочим местам для выполнения наряд-заказов;
- контроль времени проведения планового технического обслуживания технологического оборудования цеха;

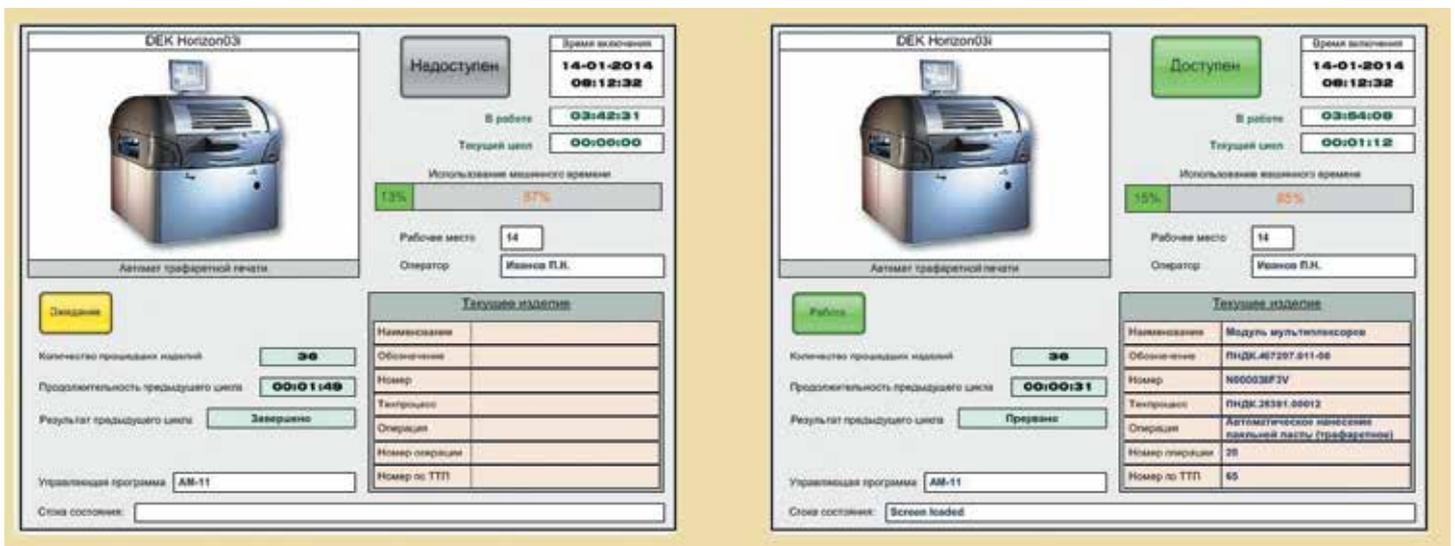
- постоянный анализ загрузки основного технологического оборудования и персонала, обнаружение «узких» мест в масштабе цеха;
- разработка предложений и рекомендаций по проведению технического перевооружения цеха для устранения «узких» мест и развития технологии.

Мониторинг хода выполнения наряд-заказа показан на рис 4.

В левой части отражаются параметры выполняемого наряд-заказа, а в правой — в графическом формате представлен ход выполнения технологических операций в реальном масштабе времени. На рис 5 показано состояние основного технологического оборудования.



4 Рабочее место начальника цеха. Мониторинг выпуска партии изделий



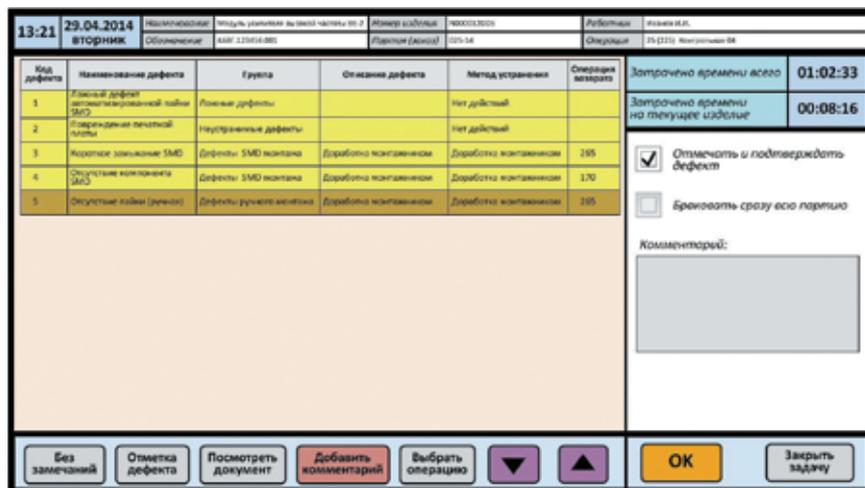
5 Рабочее место начальника цеха. Состояние оборудования

## Рабочее место контролера

Основные задачи, которые решает контролёр:

- входной контроль комплектующих на предмет соответствия заданным параметрам;
- контроль соответствия изделия сборочному чертежу и спецификации;
- пооперационный визуальный, электрический, параметрический и функциональный контроль изделия согласно этапам маршрутной карты;
- отработка продукции несоответствующего качества согласно браковочной ведомости;
- просмотр технической документации.

На рис. 6 представлено рабочее место контролера, оптическая инспекция. В верхней части сенсорной панели выводится необходимая информация об изделии. В основном поле контролер заводит список выявленных несоответствий и рекомендованный метод устранения согласно инструкции. Данная функция позволяет вести постоянную статистику дефектов и несоответствий (брака) для дальнейшего анализа и принятия руководством необходимых решений. Справа — поле для комментариев и статистика трудоемкости. Нижняя часть сенсорной панели — командные клавиши.



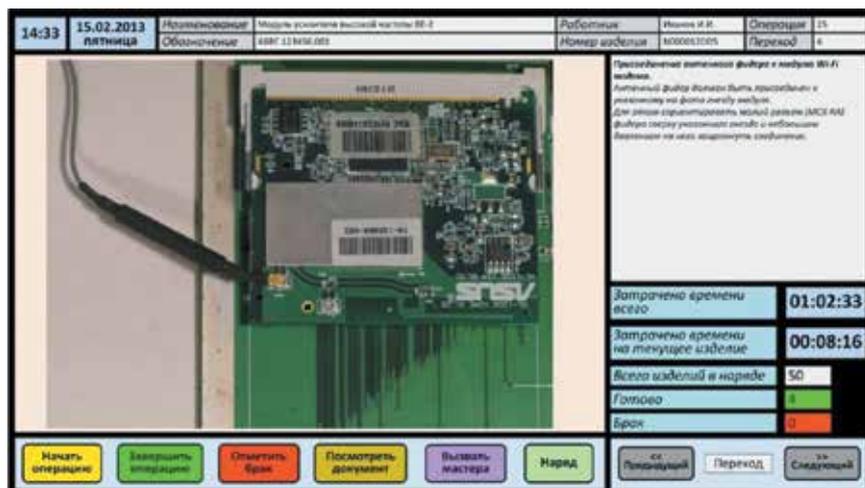
6 Рабочее место контролера

## Рабочее место монтажника

Основные задачи, которые решает монтажник:

- отработка продукции согласно этапам маршрутной карты;
- отработка продукции несоответствующего качества согласно браковочной ведомости;
- просмотр технической документации.

На рис. 7 представлено рабочее место монтажника, сборочная операция. В верхней части сенсорной панели выводится необходимая информация об изделии. В основном поле — фотография, чертёж изделия или анимированная модель предстоящей операции. Визуализация операций призвана минимизировать ошибки, возникающие при сборке новых изделий или невысокой квалификации персонала. Для этих же целей служит и клавиша вызова мастера участка. Справа — соответствующие инструкции, комментарии по изделию и статистика. Нижняя часть сенсорной панели — командные клавиши.



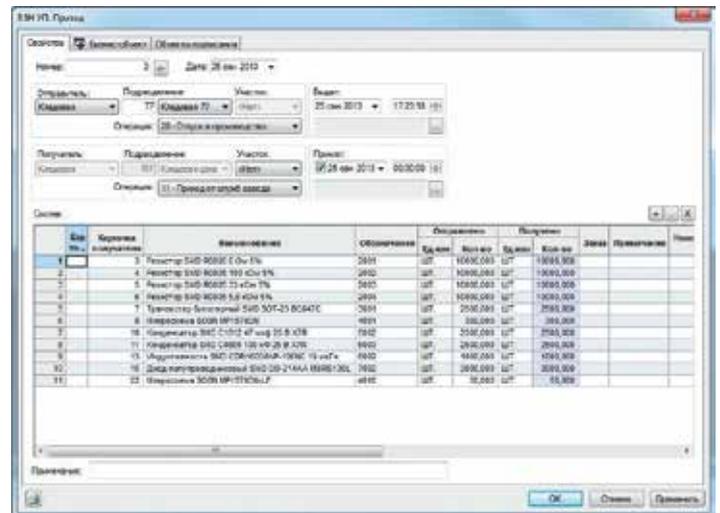
7 Рабочее место монтажника

## Рабочее место кладовщика

Основные задачи, которые решает кладовщик (комплектовщик):

- подготовка требования-накладной М11;
- получение КKM по требованию-накладной на центральном заводском складе;
- подготовка комплектации КKM наряд-заказов для рабочих мест;
- отправка излишков КKM на центральный заводской склад;
- отработка маршрутной карты;
- отработка браковочной ведомости;
- фиксация движений ТМЦ (приход, расход, возврат, списание и т.п.).

Кладовщику приходится работать со значительным ассортиментом различной складской документации рис 8. Для таких задач оптимален классический оконный интерфейс. Верхняя часть экрана содержит необходимую информацию об отправителе, получателе, датах проведения и типе складской операции. Нижняя часть представляет список компонентов, комплектующих и материалов (КKM), перемещаемых или комплектующихся кладовщиком.



8 Рабочее место кладовщика

## Заключение

Рассмотренные примеры интерфейсов и функциональных задач не претендуют на догматичность и абсолютность. Все прекрасно понимают — невозможно найти два одинаковых предприятия, равно как и два идентичных технологических процесса. Это вектор, задающий направление развития информационной среды производства. Информация стала основной продукцией XXI века. Процесс управления стал процессом сбора информации и распределения доступа к ней, и, как всякий процесс, потребовал создания набора эффективных инструментов — систем управления. Появились два пути развития — универсальный и специализированный.

Большинство разработчиков систем управления производством взяло курс на создание универсальных программных продуктов, «коробочных» решений, что выглядит вполне логичным с коммерческой точки зрения — рынок шире, затраты на создание ниже, а адаптацию и конфигурирование рабочих мест можно ненавязчиво переложить на самого заказчика. Но, как известно, чудес не бывает, и термин «универсальный» для профессионалов означает «одинаково неудобный почти во всём».

Второй путь — создание набора специализированных программ, рабочих интерфейсов и баз данных, объединенных в единой информационной системе. Этот вариант сложен и трудоемок для разработчика, но обладает рядом важных преимуществ: высокой устойчивостью, защищенностью и пользовательским комфортом всей системы управления. «Омега-Остек» — именно такой вариант: специализированная, разработанная с учетом нынешних и будущих требований радиоэлектронной промышленности России система управления производством. Способность учитывать специфику каждого производства и адаптировать программный продукт к его реалиям — вопрос компетентности и профессионализма разработчика. Но итоговый продукт всегда является результатом скрупулезной совместной работы партнеров — Заказчика и Поставщика системы управления. А слова, сказанные практически двести лет назад Натаном Ротшильдом, основоположником финансовой династии Ротшильдов, ничуть не потеряли своей актуальности: «Кто владеет информацией — владеет миром». ▢

Продолжение в следующих номерах.

## ТЕХПОДДЕРЖКА

# Современные способы зачистки обмоточного провода



Текст: **Илья Усов**

Зачистка выводов катушек является одним из важнейших технологических процессов в производстве моточных изделий. На первый взгляд — простая технологическая операция, но для многих предприятий это настоящая «головная боль»! Обрыв выводов, некачественная зачистка, как следствие, плохой контакт и невозможность пайки — всё это ведёт к увеличению процента брака. Часто намотка самого изделия занимает меньше времени, чем зачистка его выводов. В статье мы расскажем о современных устройствах для зачистки эмалированных проводов (ПЭТ, ПЭТВ, ПЭТД и др), которые предлагает один из лидирующих мировых производителей — компания ERASER.

Свою историю ERASER начал в далеком 1911 году. На тот момент у компании был только один продукт — Rush FybRglass® Eraser, который использовался в полиграфии для набора текста на оттиск и внесения поправок. В 40-х годах прошлого века этот инструмент был впервые использован для зачистки изоляции провода. Так появился совершенно новый продукт. За послед-

ние 20 лет продуктовая линейка ERASER значительно расширилась. Сегодня компания занимается производством устройств для резки проводов, кабелей и труб, устройств для зачистки концов изолированных кабелей и проводов, станков для намотки и разматывания кабельных изделий, щёточных полировальных кругов, оборудования инфракрасного нагрева.

Все устройства по зачистке проводов можно разделить на группы:

1. По типу привода:
  - пневматические;
  - электрические.
2. По типу зачистки:
  - механические;
  - химические.
3. По сечению обрабатываемого провода.

Рассмотрим эти устройства. Первый продукт, который хотелось бы отметить среди оборудования для зачистки от компании Eraser, это **устройства серии DCF** **рис 1**.

Принцип действия этих устройств основан на центробежной силе. В ручном блоке ERASER DCF находится вращающаяся головка с тремя ножами РИС 2.

Устройства предназначены для зачистки обмоточного провода круглого сечения диаметром от 0,14 мм до 2,9 мм с эмалевой, винилацетатной, полиамидимидной, полиэфирной и другими типами изоляции. Блок управления обеспечивает точный контроль скорости зачистной головки. Это устройство идеально подходит для подготовки выводов при установке или ремонте обмоточных изделий. Устройство может опционально оснащаться комплектом для крепления рабочего инструмента к столу, что в случае работы с отдельными элементами делает работу удобной и комфортной.

Основные характеристики данных устройств:

- удобство применения за счет ручного блока, который позволяет зачищать проводники «по месту»;
- зачистка проводов диаметром от 0,14 до 2,9 мм;
- длина зачистки вывода от 2,38 до 39,69 мм.

Следующий тип устройств предназначен для зачистки больших проводников круглого, квадратного либо прямоугольного сечения РИС 3.

**Устройство PD2S** разработано для обработки обмоточного провода круглого и профильного сечения, применяемого для обмоток и выводов трансформаторов и электродвигателей. Обработка происходит на высокой скорости с помощью двух вращающихся щеток. Конструкция PD2S позволяет производить зачистку как на ограниченной длине провода, так и по всей его длине. Устройство рекомендовано для непрерывного режима работы.



1 Внешний вид устройств серии DCF



2 Внешний вид головки

**PD9** является легким, компактным пневматическим устройством для обработки обмоточного провода круглого и профильного сечения с пленочной изоляцией, применяемого при производстве обмоток трансформаторов, электродвигателей и другихмоточных изделий. Обработка происходит на высокой скорости за счет вращения специальной щетки. Конструкция PD9 позволяет производить зачистку как на ограниченной длине провода, так и по всей его длине.



3 Внешний вид устройств (слева — PD2S с электрическим приводом, справа — PD9 с пневматическим приводом)



4  
Механическая машина RT2S

Основные характеристики данных устройств:

- идеальное решение для зачистки выводов при производстве силовых трансформаторов;
- удобство применения за счет наличия ручного блока, позволяющего зачищать проводники «по месту»;
- неограниченная длина зачистки;
- максимальные размеры провода профильного сечения 6,35 x 19,05 мм.

Преыдущие два вида устройств идеально подходят для зачистки проводников среднего и большого размера. Основная же трудность возникает при зачистке проводников малого диаметра. Зачистка проводника малого диаметра связана с многократным увеличением трудоемкости производства, большим процентом брака и т.д. Для решения задач по зачистке проводников диаметром от 0,03 мм до 0,33 мм компания Eraser предлагает механические машины RT2S и R1S рис 4 и рис 5.

**Устройства RT2S и R1S** разработаны для зачистки тонкого обмоточного провода с эмалевой, полиэфирной, полиамидимидной, винилацетатной, стекловолоконистой и другими типами изоляции. Возможна зачистка нескольких проводов одновременно. Конические ролики, вращаясь с высокой скоростью, размягчают слой изоляции за счет энергии трения, и в результате, без риска существенного повреждения, получается чистая



5  
Механическая машина R1S



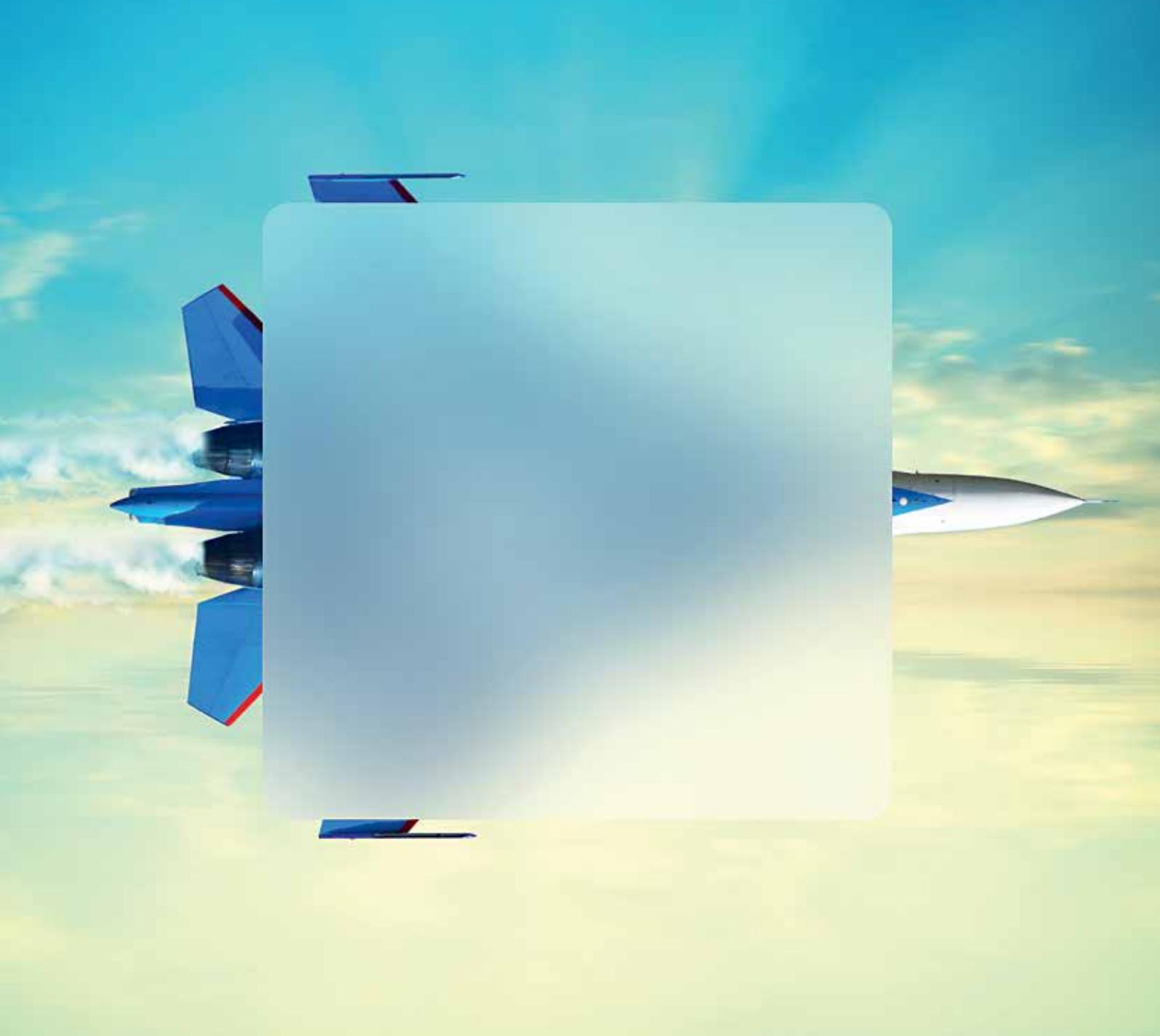
6  
Химические устройства для зачистки провода серии DSP

отполированная поверхность проводника. Рабочая область имеет защитный кожух для безопасной работы оператора. Специальный ограничитель обеспечивает точную длину зачистки. Настройка и запуск установки не требуют специального обучения. Установка оснащена встроенным пылесборником.

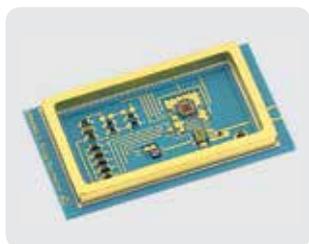
Выше были рассмотрены механические устройства для зачистки проводников. Часто от наших заказчиков мы слышим о невозможности зачистки подобными типами устройств из-за особенностей применяемых проводов, таких как, например, многожильный медный кабель в полиэфирной оболочке, каждая жила которого находится в эмалевой изоляции. Для решения подобных задач приходит на помощь «химия». Химические устройства для зачистки провода серии DSP представлены на рис 6.

**В устройствах серии DSP** используются специально разработанные ванны для химического снятия практически любых типов изоляции путем погружения в раствор без ущерба для токопроводящей жилы. Проводник погружается в ванну со специальным раствором ERASER, нагретым до определенной температуры. Происходит снятие изоляции (1-2 секунды), затем проводник погружается в раствор DIP Clean для очистки от окислов и остатков изоляции. Далее провод промывается в емкости с водой, и после этого он готов к дальнейшему использованию. Температура раствора подбирается под конкретный тип изоляции, а раствор — под диаметр токопроводящей жилы (для тонких проводов используется менее агрессивная среда). Весь процесс снятия изоляции занимает не больше 5-7 секунд. Единственный минус данных устройств — невозможность применения «по месту».

Тенденции миниатюризации не обошли стороной и моточные изделия. И, зачастую, применение ручных методов обработки эмалированных проводов уже невозможно. Рассмотренные в статье устройства для зачистки от компании ERASER позволяют значительно снизить трудоемкость процесса, обеспечивая качественную обработку тонких проводов и снижая влияние человеческого фактора на конечный результат. 



Видеть сегодня в действии СВЧ-решения будущего невозможно, **но технологии создания компонентов для них — необходимо**



Диапазон сфер применения СВЧ-технологий необычайно широк — от мобильных гаджетов до истребителей пятого поколения. А многие другие технические задачи, которые завтра будут решаться с помощью СВЧ-компонентов, пока только ставятся. Но уже сегодня мы предлагаем передовое оборудование и материалы для их производства. Высокие показатели инновационных керамических материалов позволяют не только увеличивать быстродействие компонентов, но и создавать новые классы легких сверхкомпактных СВЧ-изделий.



будущее  
создается

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

