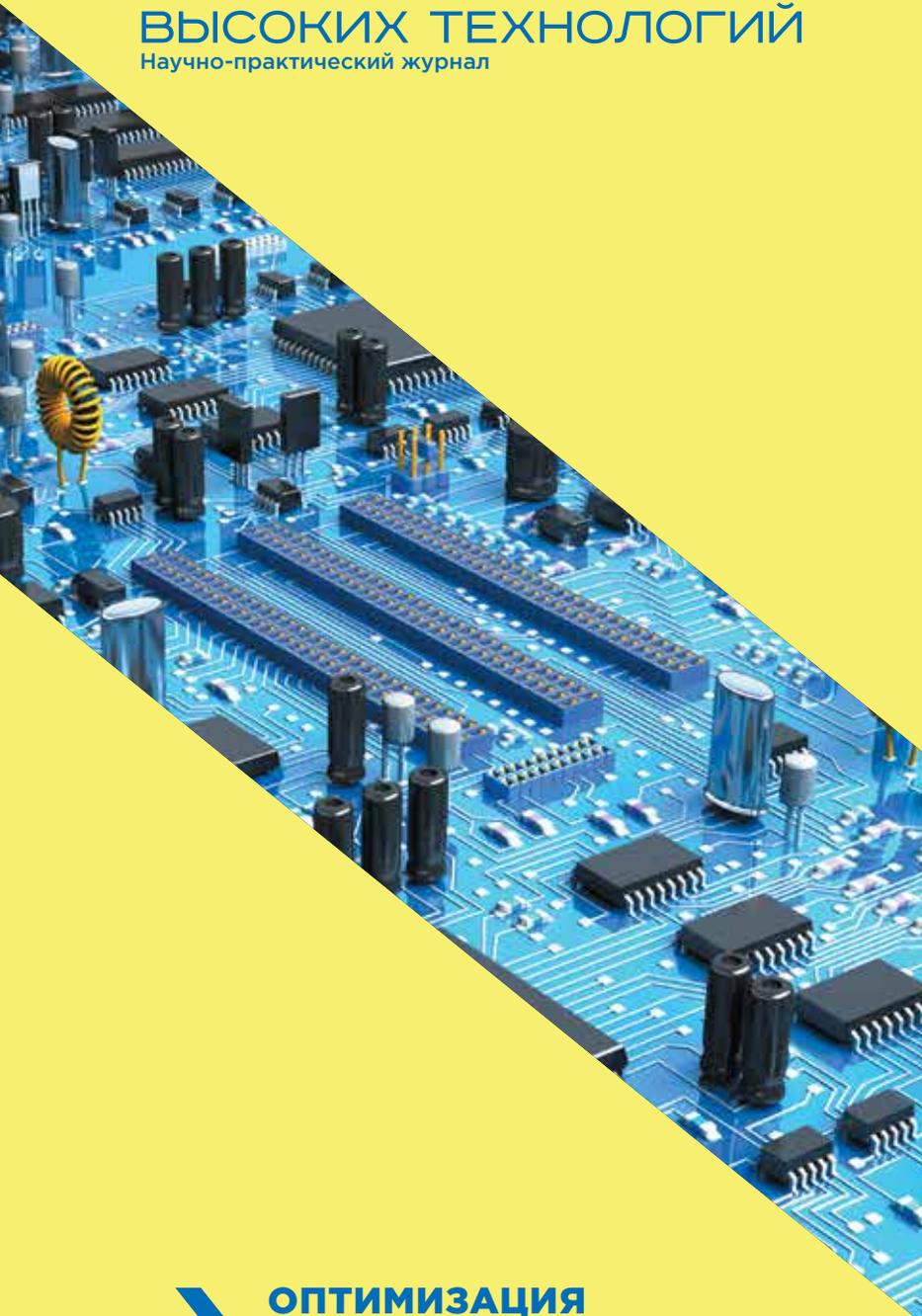


01 (14) февраль 2015

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал



ПЕРСПЕКТИВЫ
Алексей Смирнов
Арсений Подолько

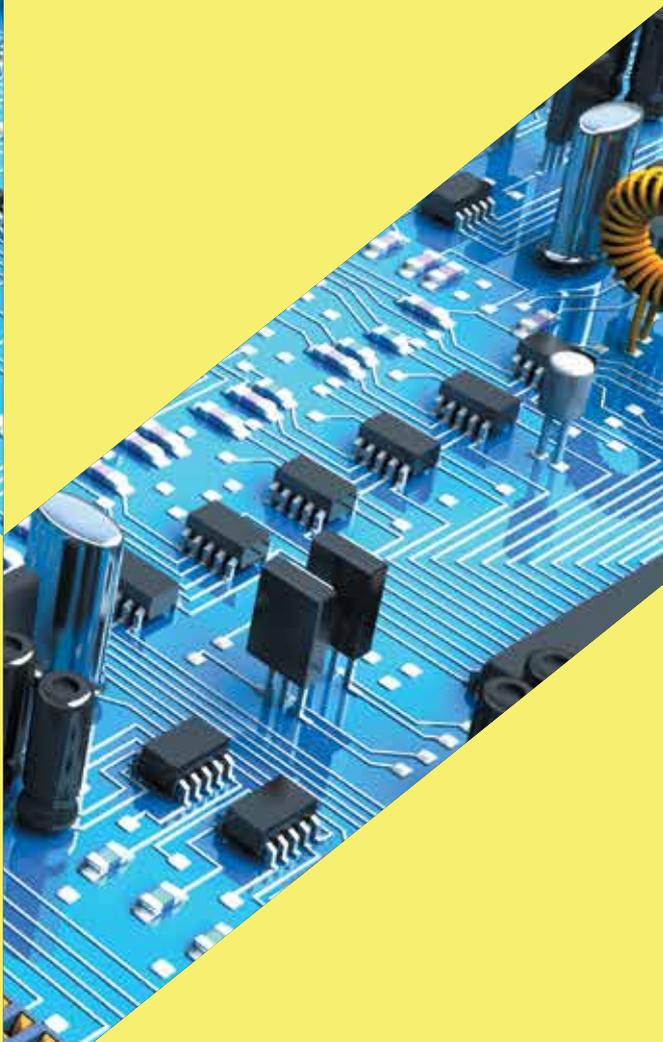
12 АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ NI 5668R.
КЛЮЧЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ,
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ

ОПТИМИЗАЦИЯ
Андрей Мазалов

54 АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДА
КОМПЛЕКТУЮЩИХ:
ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ

ТЕХПОДДЕРЖКА
Денис Поцелуев

68 НАДГРОБНЫЙ КАМЕНЬ
ПРЕТКНОВЕНИЯ: СПЕЦСПЛАВЫ
ДЛЯ БОРЬБЫ С ДЕФЕКТОМ



через 10 лет интенсивной эксплуатации

антистатическая промышленная
мебель GEFESD останется
столь же надежной.

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



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



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



группа компаний

www.ostec-group.ru



Дорогие читатели!

Тенденция, привлекавшая внимание наших авторов в течение прошлого года — совершенствование процессов производства, которое объединяет возможности перспективных производственных технологий, информационных технологий и сетевой инфраструктуры. Это означает перспективы одновременного объединения возможностей машин, информации об изменяющемся спросе заказчиков, скорости поставок комплектующих и прогнозах рынка, то есть — Умное производство — термин, который все чаще звучит из уст конструкторов, инженеров и технологов. И я могу предположить, что в наступившем году эта тема будет только расширять свое присутствие на страницах нашего журнала.

Наступивший год начался без раскачки, что лишь один раз подтверждает турбулентность современного мира и важность принятия быстрых и верных решений. До главной отечественной выставки в электронной и радиоэлектронной промышленности остаются считанные дни. Увеличение выставочных площадей

позволило нам, как и всем участникам, значительно увеличить площади стендов. Появились новые возможности для демонстрации новинок и проверенных решений в области производства электронной и радиоэлектронной аппаратуры.

Посещение выставки дает отличный шанс за небольшой отрезок времени в одном месте увидеть концентрацию новых технологических решений, новинок оборудования, специализированного программного обеспечения и многое другое.

Но, по-моему, самое главное, что дает выставка — это радость живого общения, когда можно поделиться своими достижениями за год. И, конечно, в живом общении решается много вопросов и задач.

Видеть сегодня технологии и продукты будущего невозможно (или почти невозможно), но посетить стенд Группы компаний Остек на выставке Электрон-ТехЭкспо-2015 — необходимо!

Ждем вас на нашем стенде!

Антон Большаков, директор по маркетингу

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- | | |
|---|--|
| <p>4 ГРУППА КОМПАНИЙ ОСТЕК ПРИГЛАШАЕТ НА ВЫСТАВКУ ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО</p> <p>8 ОСТЕК ОТКРЫВАЕТ НОВЫЙ САЙТ</p> <p>8 III МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ 2015</p> | <p>9 LMWS — НОВАЯ НАСТОЛЬНАЯ СИСТЕМА МАРКИРОВКИ ОТ КОМПАНИИ MIYASHI. НЕ ТОЛЬКО ДЛЯ МАРКИРОВКИ</p> <p>10 СОТРУДНИЧЕСТВО ОСТЕКА И ВГПГК</p> <p>11 НА КЕКО EQUIPMENT LTD. ВВЕДЕН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВЫЙ ДЕМОЗАЛ</p> |
|---|--|



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 12

ПЕРСПЕКТИВЫ

**АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ NI 5668R.
КЛЮЧЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ,
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. 12**

Авторы: Алексей Смирнов, Арсений Подолько

**«ИНФОТЭКС АТ»: ПОЧЕМУ РАЗРАБОТЧИКИ
ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ДЕЛАЮТ СТАВКУ
НА СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО 18**

Авторы: Юрий Ковалевский, Алексей Курносенко



ТЕХНОЛОГИИ

**ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ:
ЭФФЕКТИВНО, ТЕХНОЛОГИЧНО, НЕДОРОГО.
ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «ИКАР ПЛЮС» 26**

Автор: Илья Шахнович

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ JTAG-ТЕСТИРОВАНИЯ
И ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ 43**

Автор: Алексей Иванов



ТЕХНОЛОГИИ стр. 26

КАЧЕСТВО

**ОТ СКЛАДСКОГО УЧЕТА — К ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ 48**

Автор: Дмитрий Ублинский



ОПТИМИЗАЦИЯ стр. 54

ОПТИМИЗАЦИЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДА КОМПЛЕКТУЮЩИХ: ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ 54

Автор: Андрей Мазалов

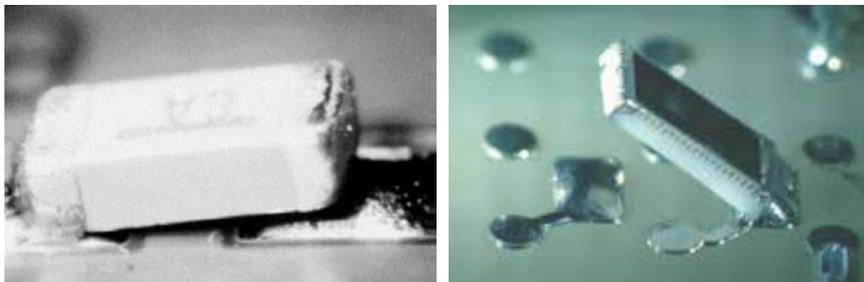
КОДИРОВКА И СКАНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ 62

Автор: Олег Смагин

ТЕХПОДДЕРЖКА

НАДГРОБНЫЙ КАМЕНЬ ПРЕТКНОВЕНИЯ: СПЕЦСПЛАВЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С ДЕФЕКТОМ 68

Автор: Денис Поцелуев



ТЕХПОДДЕРЖКА стр. 68

АВТОРЫ НОМЕРА

- ▶ **Алексей Смирнов**
 Начальник отдела контрольно-измерительных приборов ООО «Остек-АртТул»
 info@arttool.ru
- ▶ **Арсений Подолько**
 Старший инженер отдела контрольно-измерительных приборов ООО «Остек-АртТул»
 info@arttool.ru
- ▶ **Юрий Ковалевский**
 Интернет-проект «Элинформ»
 info@elinform.ru
- ▶ **Алексей Курносенко**
 Интернет-проект «Элинформ»
 info@elinform.ru
- ▶ **Илья Шахнович**
 Заместитель главного редактора журнала «Электроника: НТБ»
 journal@electronics.ru
- ▶ **Алексей Иванов**
 JTAG Technologies
 russia@jtag.com
- ▶ **Дмитрий Ублинский**
 Начальник группы разработки программно-аппаратных средств ООО «Остек-Инжиниринг»
 okp1@ostec-group.ru
- ▶ **Андрей Мазалов**
 Начальник группы автоматизированных систем хранения ООО «Остек-АртТул»
 info@arttool.ru
- ▶ **Олег Смагин**
 Ведущий специалист отдела подготовки проектов ООО «Остек-Инжиниринг»
 okp1@ostec-group.ru
- ▶ **Денис Поцелуев**
 Начальник отдела продаж ООО «Остек-Интегра»
 materials@ostec-group.ru

НОВОСТИ

ГРУППА КОМПАНИЙ ОСТЕК ПРИГЛАШАЕТ НА ВЫСТАВКУ ЭЛЕКТРОНТЕХЭКСПО

24-26 марта приглашаем вас посетить стенды Группы компаний Остек на 13-й Международной выставке технологий, оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности «ЭлектронТехЭкспо 2015».

Вас ждет одна из крупнейших экспозиций новейших технологических решений для всех направлений отрасли.

Бизнес-направления Группы компаний представят на выставке различные новинки и современные эффективные решения в области радиоэлектроники.

ООО «Остек-СМТ», специализирующееся на реализации комплексных проектов развития производств радиоэлектронной аппаратуры, продемонстрирует новейшие технологические решения на базе самых передовых образцов оборудования, среди которых:

- система автоматического хранения компонентов ACS 1100, позволяющая организовать эффективное хранение радиоэлементов в различных видах упаковки, автоматически подготавливать требуемую комплектацию и вести полный учет и планирование использования ЭРИ;
- VapoPro — уникальное программное обеспечение для комплексной подготовки и планирования производства выпуска новой продукции;

- переносной оптический 3D сканер MetraSCAN 3D™ компании Creaform, при помощи которого можно добиться максимально точных результатов измерений в лабораторных и промышленных условиях при решении метрологических задач;
- установка SuperSwash Twingo, продолжение модельного ряда установок струйной отмытки SuperSwash, способная одновременно работать с двумя рамами с установленными в них печатными узлами или трафаретами;
- установка селективной влагозащиты SL-940, оснащенная новейшей системой нанесения двухкомпонентных материалов, что дает возможность использовать ее совместно с отечественными материалами, в частности с UP-231;
- автомат для монтажа компонентов Decap производства компании Samsung Techwin, а также первый в мире автомат со встроенным капле-струйным дозатором пасты Paraquda;
- система управления производственными процессами СМАРТ и система рентгеновского контроля в стандарте High Definition (HD) на установке MicromeX DXR.





ООО «Остек-ЭК» представит решения для полупроводникового кристалльного и микросборочного производств, для производств многослойной керамики, МЭМС, светодиодных светильников и OLED-экранов, RFID-меток, производств солнечных элементов и модулей:

- систему шовно-роликовой герметизации корпусов AF8500 в гермобоксе MX2000. Система предназначена для получения герметичного сварного

- соединения между крышкой и корпусом, отвечающего самым строгим стандартам по допустимым течам из подкорпусного пространства;
- систему ультразвуковой сканирующей микроскопии Sonoscan D9600 — новое поколение хорошо зарекомендовавшей себя системы D9500;
- систему механического разрушающего контроля Dage 4000 Optima, предназначенную для механического тестирования различных микросоединений и электронных компонентов (проволочные соединения, посадка кристаллов);
- систему полуавтоматического монтажа пластин на пленочный носитель модели 967 для последующей резки пластин на кристаллы в системах дисковой резки производства компании ADT, Израиль;
- новую систему дисковой резки полупроводниковых пластин и подложек ADT7122.

изделий и электронных компонентов, среди них:

- новое поколение тестеров — установка функционального контроля с «летающими» пробниками SPEA4060 S2, предназначенная для проведения внутрисхемного и функционального контроля, внутрисхемного программирования, периферийного сканирования;



ООО «Остек-Электро» познакомит посетителей с новыми решениями в области контроля производства радиоэлектронной аппаратуры, электротехнических





- импульсный тестер электродвигателей Schleich MTC2, предназначенный для тестирования обмоток генераторов, трехфазных двигателей, однофазных двигателей, трансформаторов, коллекторных электродвигателей и других электрических машин;
- универсальное рабочее место контроля кабельно-жгутовой продукции и проводного монтажа «УЛЕЙ», созданное для автоматизации проверок изделий, использование которого в десятки раз снижает трудоемкость и стоимость контрольных операций.

ООО «Остек-Сервис-Технология», специализирующееся на реализации комплексных проектов развития производств печатных плат, гальванических и химических покрытий, внедрения технологических решений очистки сточных вод и водоподготовки, познакомит посетителей стенда с технологией прецизионного вакуумного планарного прессования печатных плат с помощью пятипоршневой системы приложения давления и гибридной технологии нагрева, а также продемонстрирует системы автоматического визуального контроля (AVI) печатных плат.

ООО «Остек-ЭТК», реализующее проекты по обработке и маркировке проводов и кабелей, изготовлению жгутов проводов,

производству моточных изделий различного масштаба от мелкой серии до массового производства, продемонстрирует новейшие технологические решения, среди которых:

- комплексная автоматическая линия обработки проводов с модулями лазерной зачистки, флюсования и лужения;
- интерактивный многофункциональный стол для сборки жгутов «Поток»;
- интеллектуальная система хранения жгутовых заготовок;
- система лазерной зачистки проводов Sienna 530;
- вакуумный миксер Hivis.

ООО «Остек-Интегра» представит комплексные решения по обеспечению технологическими материалами для полного цикла производства электронных компонентов и радиоэлектронной аппаратуры. Специалисты «Остек-Интегра» познакомят вас с такими новинками в области заливки и герметизации, как:

- система подготовки смешивания и дозирования отечественных многокомпонентных материалов (силиконовых, полиуретановых, эпоксидных) DOPAG Eldomix 103, позволяющая производить заливку в вакууме с соотношением смешивания компонентов до 100:1 по массе;
- новейший шестиосный координатный робот-манипулятор, обеспечивающий точное

нанесение клеев, компаундов и герметиков по заданной траектории;

- новый припой SACm™ производства Indium Corporation — высоконадежный припойный сплав (содержащий менее 1% серебра), демонстрирующий результаты испытаний на ударную прочность и устойчивость к термоциклированию, в значительной степени превосходящие другие сплавы на основе олова/серебра/меди (сплавов SAC типа).

Кроме того, будут продемонстрированы новые материалы в области кристалльного производства. Будет предоставлена возможность индивидуального подбора таких популярных среди отечественных предприятий пластин как GaAs и LiNbO₃ по техническим требованиям заказчика и под конкретный технологический процесс. Также посетители смогут познакомиться с передовыми разработками (материалами) для процессов литографии и напыления чистых металлов.

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

- камера тепла и холода MC-812R (Espes, Япония), предназначенная для проведения испытаний образцов продук-

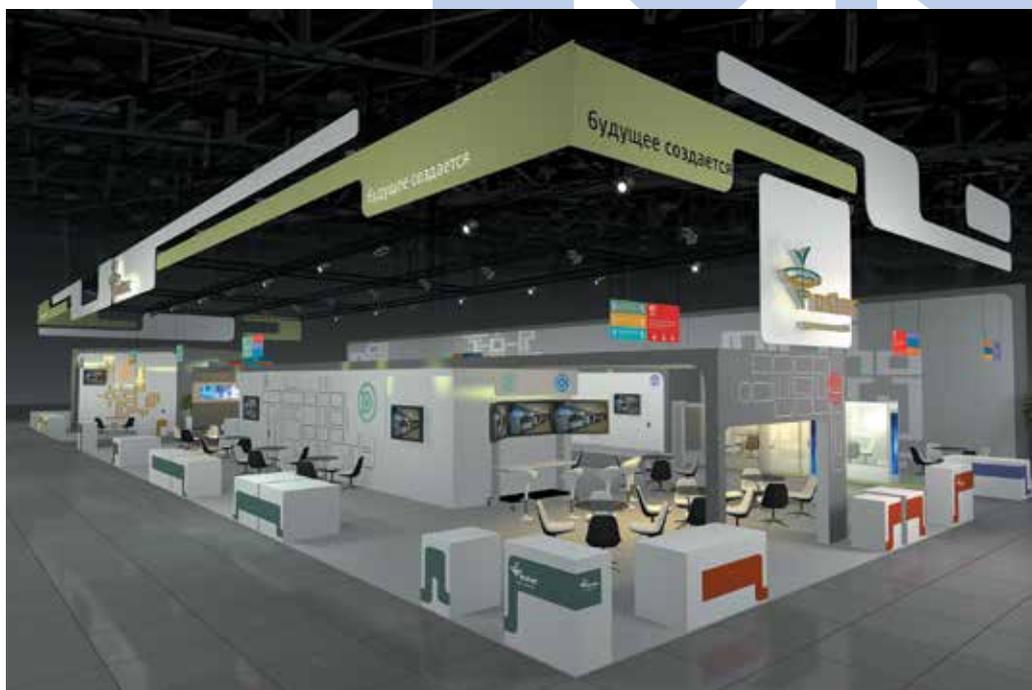
ЭЛЕКТРОН ТЕХЭКСП 2015

- ции различного назначения на воздействие пониженной и повышенной температуры;
- универсальная испытательная машина Syntax 25 (3R, Франция).

Специалисты **ООО «Остек-НИИИТ»** расскажут о новинках в области таких передовых технологий, как производство трехмерных схем на пластике (3D-MID), производство печатной и органической электроники, применение аэрозольно-струйной печати (AJP), а также продемонстрируют новейшую установку аэрозольной печати Neotech AJ 15 XE.

На стенде **ООО «Остек-Арт-Тул»** вы узнаете об основных преимуществах анализа сигнала, коррелированного по времени и частоте (MDO3000/4000), особенностях анализатора спектра с технологией DPX (RSA 306), а также о ключевых показателях и особенностях применения сверхширокополосных генераторов сигнала произвольной формы (AWG70000).

Ждем вас в «Крокус-Экспо», Москва, на стендах Группы компаний Остек! 



Как проехать на выставку:

Станция метро «Мякинино», выходы к павильонам выставочного центра. На автомобиле: пересечение МКАД (внешняя сторона, 66 км) и Волоколамского шоссе.

Как нас найти на выставке:

МВЦ «Крокус Экспо», павильон № 1, зал 4, стенд В101, 103, 105, 107

Отель и проживание:

По вопросам бронирования гостиницы обращайтесь к нашим партнерам — компании «Эй энд Эй» по телефонам: **8 (495) 229-52-87** или **8 (831) 220-08-20**, контактное лицо Ирина Рыбакова.

Для получения бесплатного пригласительного билета зарегистрируйтесь на <http://electrontechexpo.primexpo.ru/ru/private/Ostec/> Рекомендуем вам пройти регистрацию по данной ссылке и распечатать именную бэйдж, по которому вы сможете посетить выставку без дополнительной регистрации.



ОСТЕК ОТКРЫВАЕТ НОВЫЙ САЙТ

Начало года — это прекрасное время для обновления. Хочется выкинуть старую тяжелую мебель и поставить новую, легкую, чтобы создать ощущение пространства, наполнить дом светом.

Мы представляем вашему вниманию новый сайт Группы компаний Остек www.ostec-group.ru.

При создании сайта мы ориентировались на последние тенденции в области веб-дизайна и проектирования интерфейсов (о них читайте в нашем блоге), а также учитывали ваши пожелания. К примеру, раньше было сложно понять, как найти определенный вид оборудования или конкретное решение, так как их описания находятся на сайтах наших дочерних компаний. Чтобы решить эту проблему, мы создали разделы со списком всего оборудования/материалов и решений.

В разделе «Группа Остек» вы найдете полную информацию о нашей компании: ее структуре, руководителях, истории, ценностях, а также наших клиентах и проектах;

пресс-центр с новостями, анонсами нашего участия в выставках или проводимых семинарах; сможете ознакомиться с последними номерами научно-практического журнала «Вектор высоких технологий».

Наши вакансии по-прежнему находятся в разделе «Карьера».

О подходе Остека к работе, ее этапах, методах при создании эффективного производства читайте в разделе «Услуги».

И, наконец, если вам необходимы наш адрес, телефоны или карта проезда, то вам прямая дорога в раздел «Контакты».

Новый сайт ostec-group.ru — это лишь первое звено из будущей серии сайтов ГК Остек. Их объединит новый универсальный дизайн, понятная структура и единые подходы к взаимодействию с вами на всех этапах — от знакомства с нашей компанией до работы над проектом, заказом оборудования или сервисным обслуживанием.

Добро пожаловать! 

III МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ 2015

7-8 апреля 2015 года ООО «Остек-СМТ» приглашает вас на ключевое мероприятие в области 3D технологий неразрушающего контроля — III Международную конференцию по компьютерной томографии.

Пленарная часть и заседания тематических секций состоятся 7 апреля в Москве, в выставочном центре «ИнфоПространство».

Впервые будет организована практическая часть: 8 апреля мероприятие продолжится в городе Владимире на базе Центра рентгеновских технологий контроля «Остек-СМТ».

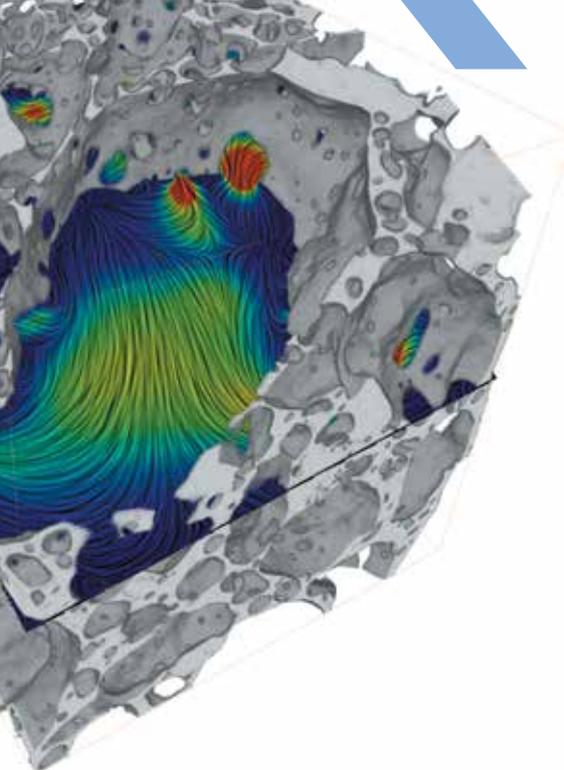
Конференция вновь станет местом встречи специалистов и экспертов из различных областей, научный интерес и деятельность которых связаны с технологиями рентгеновской компьютерной томографии.

Учитывая востребованность изучения и применения технологического контроля в различных сферах производства, конференция, как и в 2014 году, будет включать ряд специализированных секций:

- Материаловедение и металлообработка.
- Нефть и газ.
- Электроника и микроэлектроника.

В рамках каждой секции прозвучат доклады о проблемах, новых тенденциях, результатах исследований и достижениях в области компьютерной томографии от научных сотрудников крупнейших вузов





страны, представителей ведущих отечественных предприятий.

Теоретическая информация будет дополнена практическими семинарами и демонстрацией возможностей современных установок рентгеновского контроля компании на уникальной демоплощадке «Остек-СМТ», официальное открытие которой приурочено к конференции.

Итоги конференции 2014 года закрепили за мероприятием статус источника эксклюзивной информации и площадки по обмену опытом в области рентгеноскопии и компьютерной томографии. Многочисленная аудитория и уровень докладов подтверждают растущий интерес и значимость развития нового для России направления неразрушающего контроля.

По итогам конференции 2015 года ГК Остек выпустит сборник тезисов докладов.

Конференция по компьютерной томографии 2014:

- 27 докладов
- 95 участников
- 55 организаций, в том числе МГУ, ВлГУ, МФТИ, КФУ, НИУ МЭИ, Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, ВНИИА, ГРПЗ, РКС и другие. 

LMWS — НОВАЯ НАСТОЛЬНАЯ СИСТЕМА МАРКИРОВКИ ОТ КОМПАНИИ MIYACHI. НЕ ТОЛЬКО ДЛЯ МАРКИРОВКИ

После реорганизации и смены названия в сентябре 2014 года компания AMADA MIYACHI представила сразу несколько новинок на выставке Euroblech 2014 в Ганновере, Германия. В их числе новейшая компактная система маркировки LMWS.

Система LMWS — это результат интеграции энергоэффективного, не требующего обслуживания волоконного лазера и удобного компактного корпуса, гарантирующего безопасность пользователя. Доступ к рабочей области системы возможен с любой из трех сторон. Система проста в использовании — она легко подключается к ПК или ноутбуку и уже готова к работе.

Система может оснащаться одним из шести лазеров мощностью от 10 до 50 Вт, тремя разновидностями линз и иметь три различных диаметра лазерного пучка. Таким образом, можно получить наиболее оптимальное решение для маркировки широкого спектра материалов, включая металлы, пластик и керамику.

Особенности системы LMWS:

- минимальная занимаемая площадь благодаря компактности и настольному исполнению;
- быстрое и точное перемещение по оси Z для быстрой подстройки фокуса;
- простой доступ к рабочей области (270°);
- большое смотровое окно для наблюдения за процессом;

- три разновидности Ф-Тета линз (100, 160 и 254 мм) для маркировки различных деталей;
- опциональный привод поворота для маркировки цилиндрических деталей;
- программируемое перемещение по оси Z;
- совместим с лазерами серии ML (10 — 50 Вт).

Отличительная особенность системы LMWS — универсальность. Система позволяет выполнять различные виды лазерной обработки: формирование отверстий, резку, подгонку, скрайбирование, коррекцию фотошаблонов и т.д. 



СОТРУДНИЧЕСТВО ОСТЕКА И ВГПГК

Значимость Воронежского региона в развитии отечественной радиоэлектроники невозможно переоценить. Концентрация передовых предприятий отрасли — ОАО «Завод Полупроводниковых Приборов-Сборка», ОАО «Концерн «Созвездие», ЗАО «Орбита» и др. — создает потребность в профессиональных кадрах, владеющих современными производственными технологиями.

Воронежский государственный промышленно-гуманитарный колледж (ВГПГК) является едва ли не единственной альма-матер профессионального образования, готовящей специалистов среднего звена в области радиоэлектроники в Воронежской области.

Открытие в 2013 году учебного центра профессиональных квалификаций на базе ВГПГК стало значительным шагом в системе подготов-

ки специалистов для предприятий региона. Благодаря тесному сотрудничеству с Торгово-промышленной палатой Воронежской области и обширным наработкам и опыту коллектива колледжа проект создания учебного центра, оснащенного современным оборудованием для производства радиоэлектронной аппаратуры, был воплощен в жизнь.

Сегодня в учебном центре оборудованы и готовы к старту образовательного процесса радиомонтажная лаборатория, лаборатория регулировки радиоэлектронной аппаратуры и лаборатория поверхностного монтажа печатных плат. В их оснащении принимала участие Группа компаний Остек.

Сборочно-монтажный участок построен на базе мелкосерийного оборудования: это манипулятор установки компонентов Expert, на-

стояльная печь оплавления припоя RO06 и трафаретный принтер SP002. Все оборудование произведено швейцарской компанией Essemtec, партнером Остека.

Сотрудничество ВГПГК с ГК Остек и ОАО «ВЗПП-С» позволило учебному заведению уже дважды успешно реализовать инновационные образовательные программы в рамках Приоритетного национального проекта «Образование».

Образовательные программы колледжа направлены не только на подготовку квалифицированных специалистов радиоэлектроники, но и содержат широкий спектр программ для профессиональной переподготовки персонала предприятий отрасли.

Задачи учебного центра не ограничиваются только пополнением кадрового резерва отрасли. В планах — совместная работа ВГПГК, Торгово-промышленной палаты Воронежской области, отраслевых предприятий, профильных организаций по разработке Торгово-промышленной палатой Воронежской области профессиональных стандартов, реализации процедур независимой аттестации и добровольной сертификации квалификаций персонала в области микро- и радиоэлектроники.

Создание учебного центра на базе ВГПГК — яркий и, главное, реальный пример реализации взаимного интереса образования и производства на пути развития отрасли. 





НА КЕКО EQUIPMENT LTD. ВВЕДЕН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВЫЙ ДЕМОЗАЛ

КЕКО Equipment Ltd. (Словения) — один из давних партнёров ГК Остек и единственный в мире производитель полного комплекта для производства многослойных керамических компонентов для электроники. Уже более двадцати предприятий в России выбрали оборудование этой компании для производства металлокерамических корпусов (НТСС), плат и корпусов на основе LTCC, многослойных конденсаторов (MLCC) и пьезокерамики. На базе нескольких учебных заведений установлено оборудование лабораторного уровня, имеющееся в арсенале КЕКО.

В начале 2014 года на КЕКО были введены в эксплуатацию новые производственные помещения, а в конце года — два зала для разработки/тестирования и литья шликерных масс (керамических суспензий). Площадь залов 120 и 180 кв. м. соответственно. По словам генерального директора КЕКО мистера Тона Конды, эта научно-исследовательская база уже используется и как демозал, в котором представлены практически все производственные процессы: пробивка отверстий, трафаретная печать, сушка, сборка в пакет, изостатическое прессование, рубка на конечные элементы.

В компании КЕКО традиционно всегда рады посетителям, а так как, например, от Москвы до Любляны (Словения) всего 3 часа на самолёте и час до живописного города Жужемберк, то визит не отнимает много времени. И, конечно, многим приезжающим в Словению обычно хочется провести больше времени в этой скромной, но уютной стране. ▽



ПЕРСПЕКТИВЫ

Анализатор сигналов NI 5668R.

Ключевые возможности, основные технические характеристики

Текст: **Алексей Смирнов**
Арсений Подолько



Фото предоставлено Pat Hindle, Microwave Journal —
HYPERLINK www.microwavejournal.com

В августе 2014 года состоялось очередное знаковое событие на мировой арене измерительных систем и технологий. В городе Остин, штат Техас, прошла 20-я ежегодная конференция NI Week. Организаторам мероприятия удалось собрать рекордное количество участников на трех этажах Austin Convention Center. Более 3200 инженеров, ученых, системных интеграторов и разработчиков могли поделиться своими достижениями в разных областях науки и техники. Промышленная автоматизация технологических процессов, системы машинного зрения, робототехника, ВЧ системы, энергетика, автоматизированные системы тестирования, встраиваемые системы, машиностроение, разработка программного обеспечения, авионавтика — вот некоторые направления, решения для которых создает корпорация National Instruments. Среди участников по традиции были партнеры, в том числе IBM, Boeing, Intel, Xilinx, институты и научные центры CERN, MIT, NASA, Berkeley, University of Texas и др. В рамках конференции прошло более 220 технических семинаров для специалистов из различных областей, иногда настолько разных, что было сложно поверить, что их объединяет что-то общее.

Среди прочих новинок компания National Instruments представила свой новый векторный анализатор сигналов (VSA), модель PXIe-5668R **рис 1** с полосой анализа



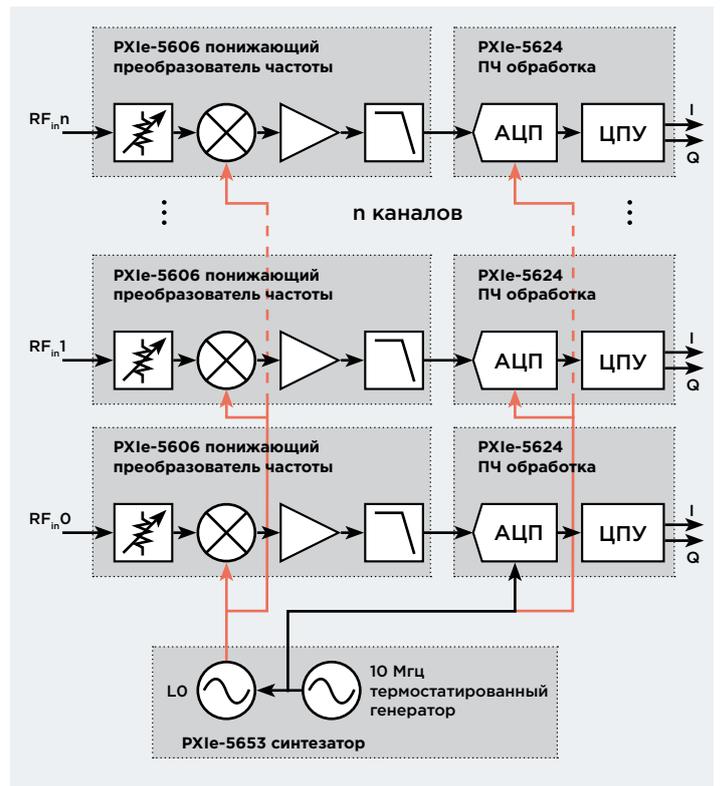
1 PXIe-5668R Векторный анализатор сигналов

765 МГц. Прибор вызвал большой интерес, и мы решили подробнее разобраться, в чем феноменальность нового векторного анализатора.

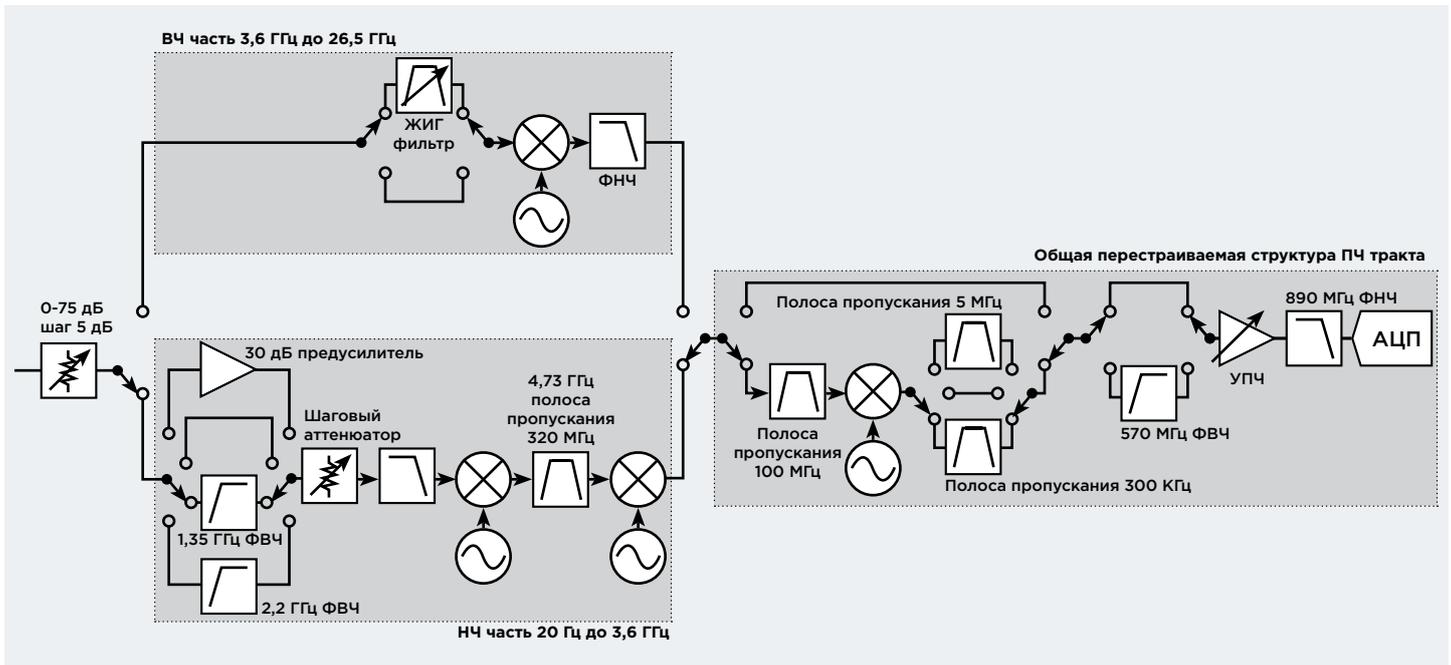
Прибор выполнен в формате модульных приборов PXI. Он состоит из трех модулей, соединенных между собой:

- PXIe-5624R IF Digitizer (модуль АЦП по ПЧ).
- PXIe-5606 Downconverter (модуль переноса частоты вниз. Смесители+фильтры).
- PXIe-5653 Synthesizer (модуль гетеродина).

Благодаря такой архитектуре новый VSA оптимизирован для построения многоканальных фазокогерентных систем и комплексов (разработка таких систем является одной из перспективных работ, которую ведет компания ООО «Остек-АртТул»). Векторный анализатор сигналов обеспечивает возможность совместного использования гетеродина (LO) и других сигналов синхронизации на несколько модулей, позволяя обрабатывать фазокогерентные сигналы в каждом РЧ канале. Многоканальные фазокогерентные системы используются при настройке систем АФАР, ФАР, многоканальных активных частей АФАР, в системах пеленгации и т.д. На рис 2 показан пример конфигурации двухканального анализатора РЧ сигнала. Количество каналов не ограничивается двумя. Как правило, используются системы 8 x 8



2 Структурная схема каскадного соединения модулей PXIe-5668R



3 Упрощенная структурная схема анализатора спектра PXIe-5668R

(8 фазокогерентных каналов на анализ, 8 фазокогерентных каналов на генерацию СВЧ сигналов).

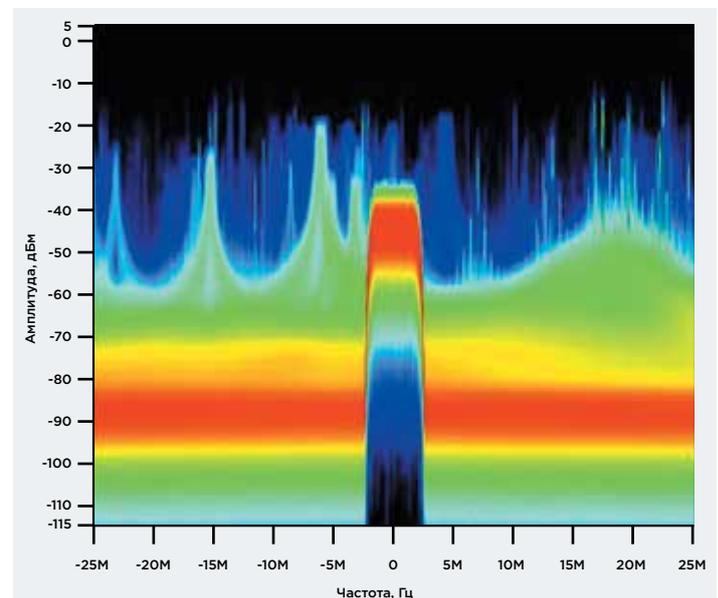
Для получения широкой мгновенной полосы пропускания и одновременно высокой производительности РЧ тракта в модуле PXIe-5668R реализованы два варианта входного каскада, которые выбираются в зависимости от частоты сигнала на входе анализатора. В тракте до 3,6 ГГц прибор использует трехступенчатую супергетеродинную архитектуру с возможностью предварительного усиления. В тракте выше 3,6 ГГц прибор использует схему двухступенчатого селективного фильтра на железо-иттриевом гранате (ЖИГ). На рис. 3 показана упрощенная структурная схема нового VSA. Для уменьшения уровня собственных шумов при измерениях маломощных сигналов есть возможность поставить предусилитель с коэффициентом усиления до 30 дБ.

При работе на частотах от 20 Гц до 3,6 ГГц VSA имеет на входе два фильтра верхних частот (ФВЧ) с граничными частотами 1350 и 2200 МГц для подавления основной частоты для большинства полос сотовой связи (около 1 ГГц). При включении фильтра прибор может более точно измерить вторую и третью гармонику — приблизительно 2 ГГц и 3 ГГц соответственно. При работе на частотах выше 3,6 ГГц ЖИГ-фильтр функционирует как преселектор.

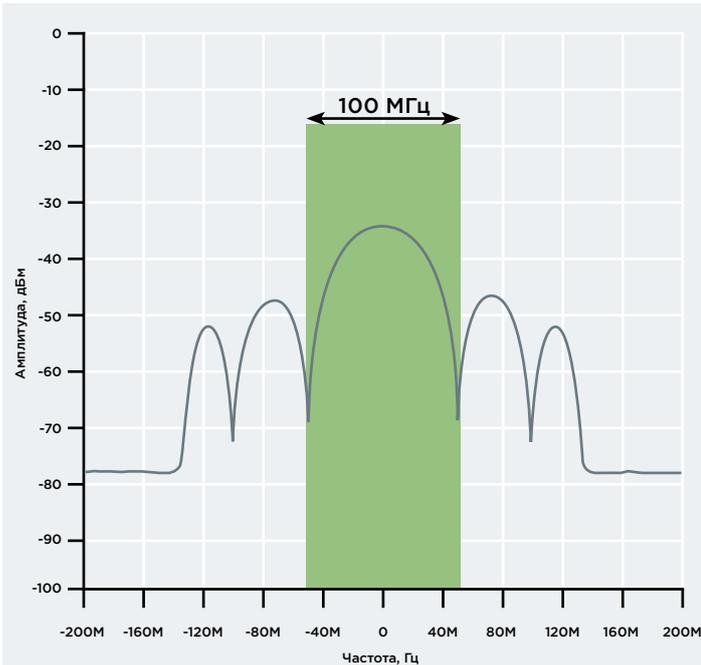
Немаловажную роль играет сочетание высокой частоты дискретизации АЦП — 2 Гвыб/с и гетеродинной структурой понижения частоты. Такое сочетание позволяет достигать очень низкого уровня собственных шумов при широком динамическом диапазоне, а также дает возможность измерять спектр сигнала в широкой полосе частот за один захват. Это находит широкое

применение в телекоммуникациях и измерении радиолокационных импульсов, поскольку при измерении амплитуды вектора ошибок широкополосного сигнала мгновенная полоса анализа должна быть больше, чем полоса самого сигнала.

Например, можно выставить полосу ПЧ (IF) фильтра на 300 кГц, используя аналоговый фильтр для улучшения точности измерений, требующих широкого динамического диапазона, таких как измерение интермодуляционных искажений двухтоновых сигналов (IMD) или измерение отношения мощности утечки по соседнему каналу к мощности главного канала (ACLR). В случае,



4 Анализатор спектра PXIe-5668R в режиме реального времени



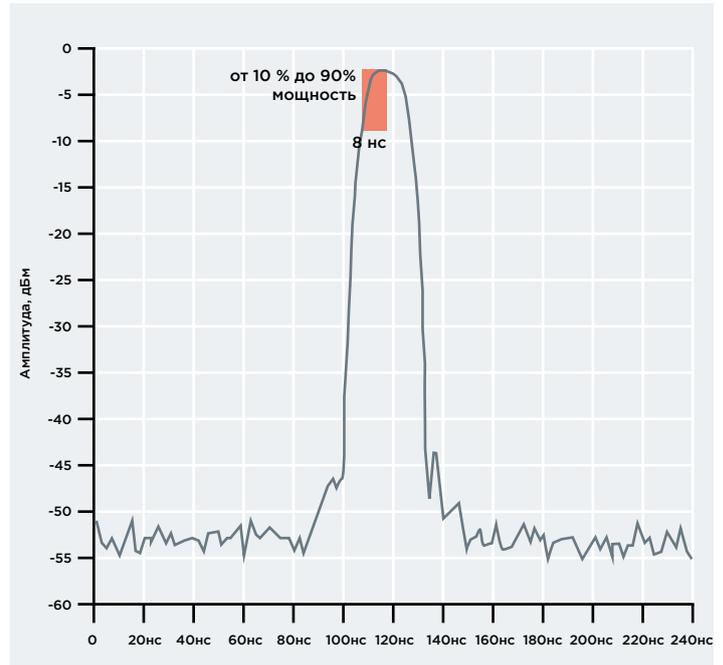
5 Основной лепесток РЧ импульса шириной 20 нс занимает полосу 100 МГц

когда нужен векторный анализ сигналов, можно отключить ПЧ фильтрацию (IF) полностью и обеспечить полосу анализа до 765 МГц в зависимости от центральной частоты входного сигнала.

Однако наиболее интересным является тот факт, что векторный анализатор сигналов имеет открытую ПЛИС — Xilinx Kintex-7 FPGA, которую можно программировать с помощью ПО LabVIEW FPGA. Это позволяет создавать свои алгоритмы по обработке I/Q модуляции, что является уникальным конкурентным преимуществом. Например, с помощью LabVIEW можно настроить в режиме реального времени анализатор спектра (RTSA). Как показано на рис. 4, в режиме RTSA можно анализировать чрезвычайно широкие полосы пропускания спектра в реальном времени без пробелов в записи временной области.

Для примера возьмем измерение радиолокационного импульса. Стандартный сигнал, используемый в радиолокации, это РЧ импульс. Спектр такого сигнала представляет собой функцию вида sinc, график спектра сигнала содержит основной лепесток и, согласно теории, бесконечное число боковых лепестков рис. 5.

Измерение параметров радиолокационных сигналов, например, время нарастания, требует от векторного анализатора сигналов произвести захват не только основного лепестка спектра сигнала, но и боковых лепестков. Общее правило: чтобы обеспечить измерение времени нарастания X нс, мгновенная полоса анализа прибора должна быть 3/X МГц. Например, для измерения времени нарастания импульса 5 нс требуется мгновенная полоса анализа 3/(5 нс) или 600 МГц. На рис. 6 продемонстрировано, как широкая полоса анализа у анализатора



6 Временные измерения импульса 20 нс в режиме Zero Span

сигнала PXIe-5668R позволяет с высокой точностью проводить измерения времени нарастания. В данном случае время нарастания равно 8 нс.

Проанализируем, какие технические характеристики обеспечивают такую производительность векторного анализатора сигналов на примере прибора PXIe-5668R. Чтобы выполнять измерения интермодуляционных искажений, измерение мощности утечки по соседнему каналу и исследование сигналов РЛС на одном приборе, требуется сочетание технических характеристик, таких как низкий уровень фазовых шумов, малое значение уровня собственных шумов, высокое значение точек пересечения интермодуляционных искажений второго и третьего порядка и, как следствие, широкий динамический диапазон.



Типовые характеристики PXIe-5668R

	1 ГГц	20 ГГц
Средний уровень собственных шумов (СКЗ) С включенным предусилителем	-155 дБм/Гц -166 дБм/Гц	-153 дБм/Гц -
Точка пересечения интермодуляционных искажений третьего порядка (IP3)	+23 дБм	+20 дБм
Точка пересечений интермодуляционных искажений второго порядка (SHI)	+64 дБм	+68 дБм
Ослабление по зеркальному каналу	-100 дБн	-80 дБн
Фазовый шум при отстройке 10 кГц	-129 дБн/Гц	-116 дБн/Гц
Мгновенная полоса анализа	320 МГц	765 МГц

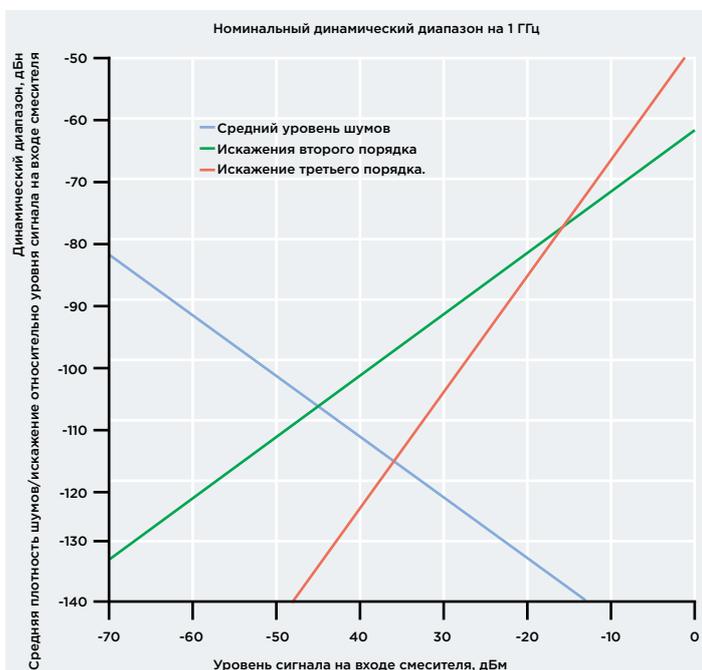
В **T1** представлены типовые характеристики векторного анализатора сигналов PXIe-5668R на центральных частотах 1 ГГц и 20 ГГц.

Анализатор сигналов PXIe-5668R обладает самой широкой в классе мгновенной полосой пропускания благодаря применению дигитайзера с частотой дискретизации до 2 Гвыб/с. Как показано в **T1**, прибор обладает мгновенной полосой 320 МГц, если центральная частота менее 3,6 ГГц, и 765 МГц при центральной частоте от 3,6 ГГц до 26,4 ГГц.

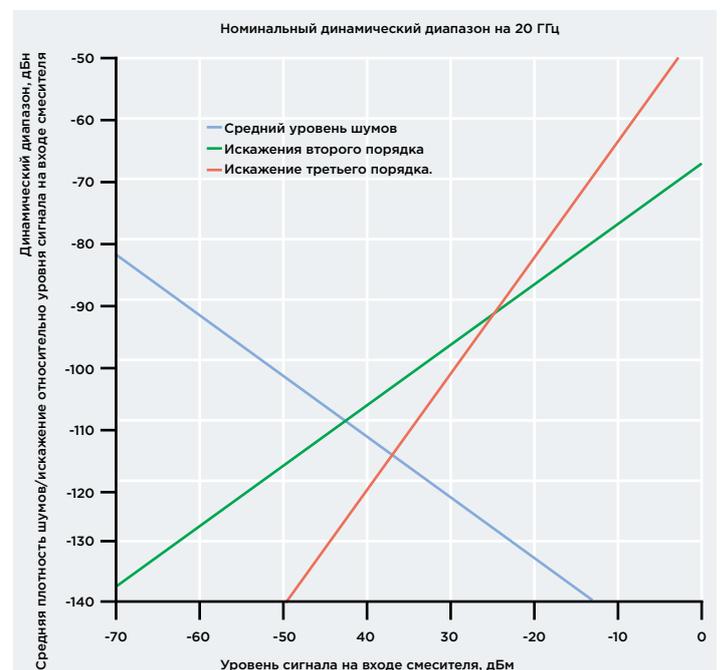
Как известно, анализаторы, использующие БПФ, обладают широкой полосой анализа, но большинство анализаторов этого типа имеют узкий динамический диапазон. В то время как PXIe-5668R обладает точкой пересечения интермодуляционных искажений третьего порядка +23 дБм, что является существенным показателем даже среди анализаторов спектра супергетеродинного типа. Более того, при разработке анализатора спектра всегда появляется противоречие в обеспечении низкого уровня собственных шумов и широкого динамического диапазона.

Рассмотрим подробнее, какие технические характеристики прибора позволили преодолеть трудности разработки и создать анализатор спектра одновременно с широким динамическим диапазоном, низким уровнем собственных шумов и самой широкой полосой анализа в классе. На **рис 7** и **рис 8** изображена характеристика динамического диапазона прибора, которая показывает зависимость уровня собственных шумов и интермодуляционных искажений второго и третьего порядка при разных уровнях сигнала гетеродина.

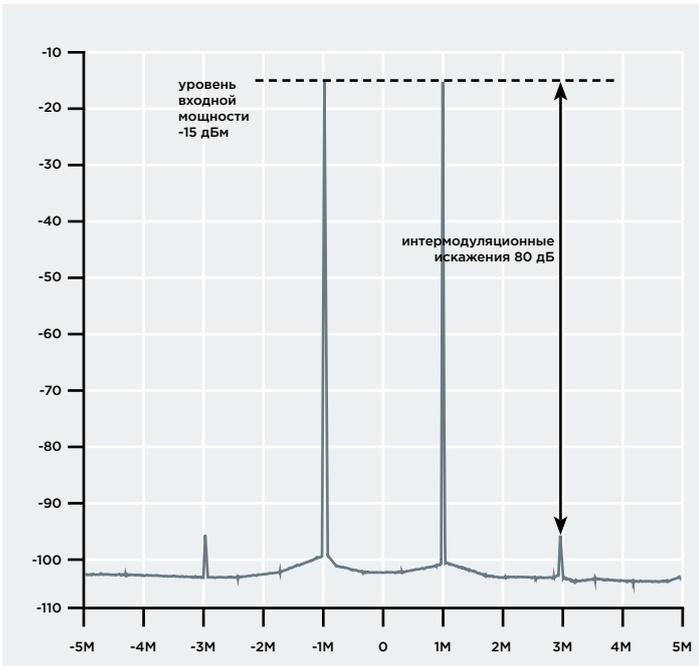
На **рис 7** видно, что оптимальным уровнем сигнала гетеродина является уровень, приближенный к -36 дБм, при котором достигается динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих, не более -117 дБ (SFDR) в полосе 1 Гц. При частоте 20 ГГц для PXIe-5668R будет оптимальным уровнем сигнала гетеродина смесителя -37 дБм. При таком уровне у анализатора спектра динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих, будет равен 115 дБ (дБ) при полосе 1 Гц. Сочетание динамических характеристик входных каска-



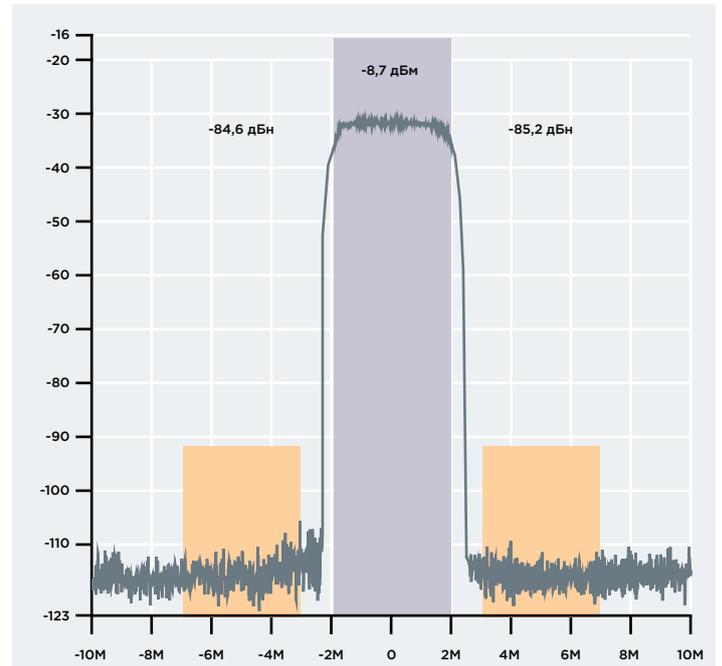
7 PXIe-5668R Динамический диапазон 1 ГГц



8 PXIe-5668R Динамический диапазон 20 ГГц



9 PXIe-5668R Измерение интермодуляционных искажений



10 PXIe-5668R ACLR измерения для WCDMA сигнала на частоте 468 МГц

дов анализатора с низким уровнем собственных шумов является главным условием для измерения интермодуляционных искажений и уровня мощности по соседнему каналу. По существу, точка пересечения интермодуляционных искажений третьего порядка наилучшим образом демонстрирует способности векторного анализатора PXIe-5668R измерять интермодуляционные искажения и уровень мощности по соседнему каналу. Анализатор PXIe-5668R имеет значение TOI более чем +23 дБм на частоте 1 ГГц при коэффициенте ослабления аттенюатора 0 дБ. На рис 9 показано, что прибор может достигать номинальное значение точки TOI +25 дБм на частоте 1 ГГц, что на 2 дБ превышает характеристики по спецификации.

Несмотря на то, что спецификация точки TOI приведена при коэффициенте ослабления 0 дБ, анализатор спектра может измерять значения точки TOI намного больше, чем в спецификации. В практической работе можно оптимизировать измерения линейности, устанавливая значения ослабления внутреннего аттенюатора до 75 дБ.

В дополнение к интермодуляционным измерениям (IMD) широкий динамический диапазон PXIe-5668R делает его идеальным для измерения мощности по соседнему каналу (ACP) и для измерения отношения мощности утечки по соседнему каналу к мощности главного канала (ACLR). На рис 10 изображены измерения ACLR для WCDMA сигнала, и показан уровень утечки мощности ACLR около -85 дБ.

Таким образом, PXIe-5668R является передовым высокопроизводительным векторным анализатором сигналов до 26,5 ГГц, который идеально подходит для целого ряда измерений. Сочетание высококачественной аналоговой обработки сигнала, широкой полосы анализа и гибкости в конфигурировании модулей позволяет решать сложные задачи измерений, начиная с измерений ACLR и завершая мониторингом спектра радиолокационного сигнала. И самое главное — благодаря модульной структуре можно конфигурировать многоканальные фазокогерентные прямо-передающие системы и комплексы. 

«Инфотэкс АТ»: почему разработчики высоконадежных систем делают ставку на собственное производство

Текст: **Юрий Ковалевский**
Алексей Курносенко

”

Компания ООО «Инфотэкс АТ» — яркий пример российской компании, построившей производство электронных изделий собственной разработки практически «с нуля» и уверенно занимающей нишу поставок уникальной продукции своим заказчикам: крупнейшим операторам сетей железных дорог, таким как ОАО РЖД (Россия), КТЖ (Казахстан) и БЧ (Беларусь).

Началось все еще в 1990 году исключительно с наукоемких разработок в области систем безопасности для железнодорожного транспорта. Идейным вдохновителем ООО «Инфотэкс АТ» стал д.т.н. Александр Анатольевич Миронов. Ему удалось собрать вокруг себя опытных и талантливых инженеров и ученых, объединенных общей целью и ориентированных на результат. Совместно с коллегами и научными сотрудниками ряда ВУЗов они занялись теоретическими и экспериментальными исследованиями процессов бесконтактного теплового контроля различных типов буксовых узлов, которые легли в основу инновационных разработок в области систем теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава.

Проведенные исследования помогли проанализировать возможные ошибки в текущей оценке технического состояния подшипников, провести ряд успешных разработок средств технических измерений, контроля и диагностики в процессе обеспечения безопасности движения поездов, а также внедрить эффективные системы предупреждения возникновения необратимых отказов, способных привести к авариям.

Дальнейшие разработки компании включали в себя помимо средств контроля и диагностики буксовых узлов, подшипников и колесных пар, системы централизации, сбора и обработки диагностической информации, а также прикладное программное обеспечение для средств контроля и диагностики различного назначения.

Буксовые узлы относятся к ходовым частям вагона, служат для передачи силы тяжести брутто от кузова вагона на шейки осей колесных пар для соединения колесных пар и рамы тележки, ограничения продольных и поперечных перемещений колесных пар относительно рамы тележки, а также предохранения шеек оси от повреждений и загрязнения. Буксовый узел — необрессоренный, он жестко воспринимает динамические нагрузки от рельсового пути, испытывает значительные удары при прохождении колес по рельсовым стыкам, от действия центробежной силы в кривых и сил инерции при торможении.

Генеральный директор ООО «Инфотэкс АТ» А. А. Миронов продолжает заниматься научными исследованиями, он является автором ряда научных трудов и более 50 публикаций, посвященных безопасности на железнодорожном транспорте. В настоящее время на предприятии трудится свыше 70 специалистов различного профиля, в том числе два доктора и два кандидата технических наук.

Поскольку деятельность компании изначально была сфокусирована на научно-исследовательской работе, об организации собственного производства речь не шла. Для изготовления макетных образцов и их тестирования было достаточно минимального необходимого оснащения. При дальнейшем росте объемов выпускаемой продукции в «Инфотэкс АТ» планировали прибегнуть к услугам предприятий, специализирующихся на контрактной сборке РЭА.

Однако за несколько последних лет в компании были проведены значительные работы по оснащению производства, что позволило наладить самостоятельный выпуск собственной продукции. Постепенно «Инфотэкс АТ» расширил спектр операций, выполняемых на собственных площадках. Сегодня компания способна не только обеспечивать высокий уровень качества

и надежности своей продукции, необходимый для столь требовательной области как системы обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте, но и задумывается об оказании услуг в качестве контрактного разработчика и производителя.

Мы побывали на производстве компании «Инфотэкс АТ» и увидели, какие технологические решения применяются для изготовления высоконадежного оборудования для нужд железнодорожного транспорта и что приобрела компания благодаря модернизации производства.

Почему собственное производство?

Это вопрос мы всегда задаем представителям компаний, которые исторически специализировались на разработке электронных изделий, но затем решили наладить производство на своей площадке. В компании «Инфотэкс АТ» нам на него ответил главный конструктор Евгений Витальевич Балабанов: «Главное в собственном производстве — гибкость процесса и возможности по управлению качеством. Сейчас большинство производств, у которых можно

заказать сборку электронных узлов, делятся на две большие группы: контрактные производства, работающие на открытом рынке, и предприятия оборонного комплекса. Обратившись к первым, мы, к сожалению, столкнулись со значительными сроками выполнения заказа при относительно небольших размерах партии изделий. Также мы периодически сталкивались с проблемами в области обеспечения качества у некоторых предприятий: как в плане технологического сопровождения производства, так и в отношении комплектации. В ряде случаев такие компании вынуждают заказчика передать им приобретение ПКИ, и потом сложно проследить, что за компоненты и материалы в результате попадают на сборку». Компании второго типа, т. е. производства ВПК, Евгений Витальевич охарактеризовал следующим образом: «Высокое качество, но технологии зачастую не рассчитаны под современную элементную базу и материалы».

Оказавшись перед таким выбором, компания решила создавать собственное сборочное производство. И естественным образом встал вопрос, на какое оборудование можно было бы положиться, и какая конфигурация производства окажется наиболее оптимальной для выпускаемой продукции.

Чтобы лучше понять выбор, сделанный специалистами Инфотэкса, нужно обратиться к особенностям их изделий.

Из чего состоит производство электроники железнодорожной автоматики?

Железная дорога — это объект повышенной опасности, в железнодорожной инфраструктуре применяется множество электронных систем.

«Для того, чтобы свести к минимуму любые риски, связанные как с диспетчеризацией движения поездов, так и с контролем технического состояния железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава, с одной стороны, оборудование на железной дороге должно быть современным и функциональным, — обозначил особенности продукции компании Е. В. Балабанов. — С другой, требования надежности заставляют использовать проверенные годами решения. На железных дорогах заказчик, как и в любой отрасли, отличающейся повышенным риском, склонен к традиционным решениям». Эта дилемма приводит к необходимости очень осторожного внедрения новых технологий и проведения большого количества испытаний.

Таким образом, следовало уделить внимание традиционному и проверенному монтажу в отверстия, от которого в данном оборудовании отказаться нелегко. Но есть и еще один фактор — человеческий. Поэтому при выборе решений для собственного производства большое внимание уделялось механизации и автоматизации производственных процессов, и, несмотря на требования традиций, было необходимо рассмотреть возможность внедрения технологии поверхностного монтажа.

Эти соображения и определили общий состав оборудования: линия поверхностного монтажа плюс ручной монтажный участок и установка пайки волной припоя.

В состав систем контроля и диагностики, используемых на железнодорожном транспорте, как правило входят шкафы оборудования приема и обработки информации. Это требует применения множества жгутовых и иных видов соединений.

Наша экскурсия по производству началась именно с участка изготовления жгутов и проводных соединений.



1

Сборка проводных соединений и монтаж блоков



2
Участок ручного монтажа



3
Участок сборки блоков



Сборка жгутов осуществляется традиционным способом — на шаблонах.

Рядом расположены участки ручного монтажа в отверстия и окончательной сборки блоков.

Платы, содержащие большое количество монтируемых в отверстия компонентов (а это силовые платы, коммутационные панели и другие модули, широко применяемые в системах железнодорожной автоматики), после установки компонентов поступают на установку пайки волной припоя ERSA ETS 250.

Как уже говорилось, применение монтажа в отверстия во многом определяется необходимостью использования проверенных традиционных технологий. Тем не менее, растущая потребность в автоматизации и гибкости производства стала причиной постепенного перехода на технологию поверхностного монтажа там, где это возможно.

Для реализации процессов сборки по технологии поверхностного монтажа компания выбрала линию на основе автомата Samsung SM421, которая была запущена три года назад. Поскольку в настоящее время в компаниях с относительно малыми объемами, но большой номенклатурой выпускаемых изделий стали часто встречаться конфигурации с автономными установками, не объединенными в линию, что по словам сотрудников таких компаний позволяет более гибко распределять нагрузку на оборудование, мы поинтересовались у представителей компании «Инфотэкс АТ», почему ими выбрана именно автоматическая конвейерная линия.

«Перед нами стояли две основные задачи: снизить влияние человеческого фактора на качество выпускаемой продукции и повысить гибкость производства с точки зрения освоения выпуска новых разработок в кратчайшие сроки, — ответил Евгений Витальевич. —



4 Установка пайки волной припоя ETS 250



5 Процесс пайки волной припоя разъемов на коммутационной панели

Переносить платы между установками «руками» — это дополнительный риск возникновения дефектов. Кроме того, на качестве отрицательно сказывается межоперационное хранение, например, платы с нанесенной пастой. А в линии: плата вышла из одной установки и сразу пошла в другую — риск минимален. Кроме того, наши разработчики вместе с комплектом КД предоставляют данные САПР, которые являются почти готовыми программами и для изготовления трафарета, и для сборочного автомата, что значительно сокращает время на подготовку производства. Всё это позволило уменьшить количество персонала на линии до минимума — для работы нам достаточно одного оператора в смену».

Линия поверхностного монтажа компании имеет классическую конфигурацию на основе одного универсального автомата Samsung SM421.

В начале линии установлен загрузчик. Далее работает установка трафаретной печати Horizon 03iX, оснащенная системой 2D-инспекции нанесения паяльной пасты Hawkeye. Данная опция, по словам специалистов

компании, оказывается на практике очень полезной для недопущения дефектов поверхностного монтажа. Ведь большинства потенциальных дефектов, которые могут возникнуть именно на этапе нанесения пасты, удается избежать до установки компонентов именно благодаря системе Hawkeye. Мы спросили, насколько проблемной оказывается трафаретная печать с точки зрения возможных дефектов: «При грамотно спроектированном и качественно изготовленном трафарете, качественных непросроченных материалах и правильно выбранных режимах их нанесения проблем практически не возникает. Одним из важных условий качественного нанесения паяльной пасты является чистота трафарета: чем меньше шаг выводов компонентов, тем чаще следует протирать трафарет, и этого в большинстве случаев бывает достаточно. Следует заметить, что очистку трафарета Horizon 03iX производит в автоматическом режиме и не отвлекает персонал от выполнения основных задач».



6 Автоматизированная линия поверхностного монтажа



7 Установка трафаретной печати Horizon 03iX с системой Hawkeye и очисткой трафарета снизу



8 Автомат установки компонентов Samsung SM421

После нанесения пасты установка компонентов выполняется на автомате Samsung SM421. Бытует мнение, что для многих задач сборки возможности технологической линии с точки зрения гибкости и производительности в наибольшей степени раскрываются при реализации концепции с высокопроизводительным чип-шутером и специализированным автоматом установки более сложных компонентов. Тем не менее, специалисты компании Инфотэкс отметили, что универсальный автомат SM421 полностью удовлетворяет потребностям производства как в части гибкости и точности, так и в отношении производительности работы.

Особый вклад в производительность вносит оснащение каждой головки установки компонентов камерой технического зрения, осуществляющей центрирование «на лету» компонентов практически всех распространенных типоразмеров: от чип-компонентов 01005 до микросхем 22x22 мм, что отвечает потребностям производства Инфотэкса. Важно также отметить возможность распознавания компонента не только по вы-



9 Конвекционная конвейерная печь ERSA Hotflow 2/12/08

водам, но и по контуру, что ускоряет наладку автомата при необходимости описания сложных нестандартных компонентов.

Пайка осуществляется в конвекционной конвейерной печи ERSA Hotflow 2/12 с 6 зонами нагрева. Ответственность выпускаемой предприятием аппаратуры обусловила применение исключительно традиционной технологии пайки свинцовосодержащими припоями. Термопрофили создаются и обрабатываются с помощью устройства термопрофилирования, собирающего и записывающего параметры процесса пайки при прохождении через печь.

Как мы уже говорили, линия имеет классическую конфигурацию. Но это ни в коем случае не означает, что такое решение априори универсально. У каждой компании существуют свои особенности и требования к продукции и технологии. Данная линия была построена с учетом таких особенностей, а также возможных перспектив развития.

«При проектировании и запуске линии нам очень помогли специалисты Остека — сказал Евгений Витальевич. — Для нас поверхностный монтаж был новой технологией, и без технического содействия опытных специалистов правильно подобрать оборудование и запустить его было бы затруднительно. Оказалось очень кстати, что у Остека есть представитель в Екатеринбурге — ООО «Азиэл», благодаря этому многие вопросы решались очень оперативно».

К продукции, выпускаемой «Инфотэкс АТ», предъявляются высокие требования в плане надёжности. Одной из многих технологических операций, в комплексе позволяющих достичь требуемых результатов, является операция отмывки печатных узлов после монтажа. Инфотэкс имеет в своём арсенале промывочное оборудование производства компании PVT. Установки ультразвуковой и струйной отмывки Miniclean и SuperSwash позволяют выполнять весь комплекс операций отмывки с использованием жидкостей компании ZESTRON®.



10
Участок промывки
печатных узлов

Тестирование аппаратуры

Мы уже говорили о повышенных требованиях к качеству и надежности выпускаемой «Инфотэкс АТ» продукции, и описанное нами производство, прежде всего, служит для выполнения этих требований на этапе изготовления.

Однако для таких изделий, как системы безопасности железнодорожного транспорта, выходное тестирование продукции остается обязательным, какие бы качественные и современные технологии ни применялись при их производстве.

Представители компании показали нам тестовые стенды, на которых выполняются проработка и функциональное тестирование аппаратуры. Эти универсальные стенды собственной разработки — гордость компании.

В связи с выпуском ряда изделий для работы в индустриальном диапазоне температур введена в эксплуатацию специализированная климатическая камера TERCHY VYR-408CS, рассчитанная на температурный диапазон от -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$ и влажность от 10 до 98%, которая позволяет осуществлять полный цикл испытаний.

Е. В. Балабанов: «Нам удалось достичь такого уровня функциональной готовности и качества наших систем, что в штате компании даже отсутствует подразделение пусконаладки. Мы отправляем оборудование нашим заказчикам, а они его монтируют и запускают в работу по нашей документации, но без нашего участия. Что это значит, понятно любому производителю сложных распределенных систем промышленного класса».

В дополнение к имеющемуся в арсенале Инфотэкса оборудованию в ноябре 2014 года на предприятии была внедрена система рентгеновского контроля Micromex DXR, что значительно повысило качество изделий,



11
Стенды тестирования и технологического прогона продукции



12 Климатическая камера TERCHY VYR-408CS



13 Система рентгеновского контроля Micromex DXR

упростило процедуру входного контроля и оптимизировало отладку технологических процессов под новые изделия.

Путь «разработчик — OEM — EMS»

Многие российские компании электронной отрасли прошли за последние годы этот путь. «Инфотэкс АТ» — не исключение. Ощувив необходимость в собственном производстве и внедрении современных технологий, три года назад Инфотэкс инвестировал средства в современное оборудование, расширив, таким образом, возможности собственного производства. Около года назад, осознав наличие скрытых резервов, компания задумалась о предоставлении услуг на рынке контрактного производства.

Мы спросили директора компании Павла Александровича Кораблева, что будет тем привлекательным отличием «Инфотэкса», которое позволит компании занять свою нишу на этом непростом рынке: «Мы надеемся, что этим отличием станет наш разработческий опыт, который с появлением собственного производства обогатился знаниями в области конструирования с учетом технологичности. Мы сможем предлагать не только производство по контракту, но и комплексные решения, начиная со схемотехнической разработки и заканчивая готовыми изделиями, включая программирование. То есть к нам могут приходиться только с идеей, а мы ее уже реализуем и воплотим. Наш научно-технический потенциал позволяет это сделать. В особенности наш опыт может пригодиться при разработке и изготовлении высоконадежной электро-

ники». Отметим, что Инфотэкс является единственным обладателем системы рентгеновского контроля в Свердловской области, который не имеет ограничений по проведению инспекции сторонних изделий и может оказывать подобные услуги на регулярной основе.

Заключение

Такие технологии как поверхностный монтаж прочно заняли свое место на российских производствах и позволяют достигать высокого уровня качества и надежности, ожидаемого заказчиками-«традиционалистами», к которым относятся и железнодорожные компании.

«Инфотэкс АТ» — пример динамично развивающегося современного предприятия в российской электронной промышленности. Побывав на предприятии, мы с удовольствием увидели, как изначально исследовательская компания может успешно развиваться до эффективного серийного производства, сохранив при этом свой научный потенциал, и предлагать при этом услуги по контрактной разработке и сборке изделий.

Мы желаем компании «Инфотэкс АТ» успехов в дальнейшем развитии и выражаем надежду, что опыт продвижения и развития технологии поверхностного монтажа на российских предприятиях успешно повторится и с технологиями, которые в настоящий момент составляют передовой край мировых конструкторско-технологических решений, такими как 3D-MID, передовые гибридные технологии и многие другие решения, только приходящие на российский рынок. □

ТЕХНОЛОГИИ

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ:

ЭФФЕКТИВНО,
ТЕХНОЛОГИЧНО,
НЕДОРОГО

ВИЗИТ В КОМПАНИЮ «ИКАР ПЛЮС»

Текст: **Илья Шахнович**

”

Жгуты проводов — один из самых консервативных элементов конструкции электротехнических систем. Как бы ни развивались современные технологии сборки электронных систем, как бы ни росла степень интеграции элементной базы, сколь бы сложными, многослойными не становились печатные платы, но неизменным остается одно — пучки проводов, связывающие отдельные элементы системы. Без них не обходится ни бортовое оборудование, ни бытовая техника, ни системы промышленной электроники. И проблема не только в том, что жгут — достаточно объемный элемент конструкции. Изготовление жгутов сложнее всего поддается автоматизации, что явно противоречит современным тенденциям развития производства.

Конечно, сегодня ряд компаний, в частности, швейцарская фирма Komaх, выпускают технологическое оборудование для автоматизированной обработки проводов и изготовления жгутов. Но само по себе оборудование — не панацея, оно должно быть правильно встроено в производственный процесс, необходима система подготовки технологической документации, сам жгут должен быть спроектирован с учетом требований современных технологий. Все это — достаточно непростые задачи. Однако в России есть компании, которые умеют их решать, эффективно используя технологические системы ведущих мировых производителей.

Одна из них — компания «Икар Плюс» в Набережных Челнах. Это молодое предприятие специализируется на выпуске приборных панелей и жгутов, пока — главным образом для автомобилей КАМАЗ. Общеизвестно, сколь высоким требованиям нужно соответствовать, чтобы многие годы оставаться поставщиком современного автомобилестроительного предприятия, и ООО «Икар Плюс» это вполне удается.

На предприятии используются четыре автоматические линии швейцарской компании Komaх. Насколько эффективно это оборудование в условиях реального производства, как построен производственный процесс, какие задачи может решать современное производство жгутов — с этими вопросами мы приехали в Набережные Челны. С компанией нас знакомят директор ООО «Икар Плюс» Александр Викторович Пухненко и исполнительный директор Назира Шамильевна Сайфуллина.



А. Пухненко

А. Пухненко: ООО «Икар Плюс» образовано в 2007 году и входит в группу компаний вместе с такими предприятиями, как ЗАО «АСТЕЙС» — завод по производству спецтехники, официальный партнер ЗАО «КАМАЗ», ООО «Автодор Моторс» — официальный дилер КАМАЗ, ООО «Икар ЛТД» и др.

К реальной работе компания приступила с весны 2008 года, предложив КАМАЗу новую приборную панель. Она понравилась, мы начали производство и сегодня выступаем одним из основных поставщиков приборных панелей для этого автоконцерна. Политика закупок КАМАЗ предполагает, что на любую позицию должно быть по крайней мере два альтернативных поставщика, поэтому помимо нас приборные панели для КАМАЗа производит еще одна компания. Однако все новые панели, новые разработки проходят через нас. Мы начинали с приборных панелей для автомобилей с классом токсичности Евро-3, сейчас КАМАЗ переходит на машины класса Евро-5, а это означает существенное увеличение доли электронного оборудования, новые приборные панели, более сложные жгуты. Соответственно, мы должны постоянно осваивать в своем производстве новые, все более сложные изделия.

Н. Сайфуллина: Приборные панели мы поставляем в комплекте со жгутами. Изначально мы заказывали жгуты для своих панелей у сторонних производителей, но они нас часто подводили. Мы же КАМАЗ подводить не можем, несмотря на все сложности в работе. Поэтому в 2009 году руководство приняло решение о создании собственного производства жгутов. Было отремонтировано и переоборудовано помещение, мы закупили оборудование — тогда это были две установки Komaх — и начали осваивать новый для себя рынок. Изначально мы сосредоточились на основном панельном жгуте (порядка 300 проводов),



Н. Сайфуллина



Цех монтажа жгутов

затем стали производить все необходимые дополнительные жгуты, жгуты электроники и с 2011 года выпускаем полный комплект необходимых нам жгутов.

Сегодня основные продукты компании — приборные панели и жгуты. Причем мы поставляем жгуты на КАМАЗ не только в комплекте со своими панелями, но и для панелей нашего конкурента. Изготавливаем жгуты по индивидуальным заказам, осваиваем новые направления рынка. Мы уже выпускали приборные панели и жгуты для «УралАЗ». Прорабатываются варианты работы с другими предприятиями, такими как «Точмаш», «Ростсельмаш», Daimler, сделали опытные жгуты для Mercedes-Sprinter. Рынок жгутов очень узкий, поэтому репутация производителя здесь стоит очень дорого. И мы очень горды, что наши успехи оценены даже на правительственном уровне — в сентябре 2014 года Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан присвоило нашему предприятию звание «Лучшее малое предприятие-партнер».

О качестве нашей работы говорит и тот факт, что в 2013 году КАМАЗ присвоил нам статус поставщика категории А — «отличный». У КАМАЗа есть три категории поставщиков — «отличный», «надежный» и «удовлетворительный». Мы всегда имели статус надежного поставщика, поскольку ни разу не подвели КАМАЗ по срокам, ни разу не поставили бракованную продукцию. Но при оценке поставщика КАМАЗ учитывает целый ряд критериев: логистику, качество продукции, степень технологического взаимодействия, ценообразование и т.п. Если говорить о технологическом взаимодействии, мы очень тесно сотрудничаем с Научно-техническим центром (НТЦ) КАМАЗ. Порой вклад наших конструкторов и технологов в разработку кабельной инфраструктуры очень весом. И КАМАЗ это учитывает. Мы достаточно гибки в области ценообразования. Причем именно

за счет оптимизации производства, уменьшения затрат, но не снижения зарплаты рабочим. Скажем, в 2014 году мы снизили цену на 5%, в последующие годы обещаем снижение по 1%. И в то же время мы ежегодно повышаем зарплату рабочим, в среднем на 10% в год. Начинаем доплачивать за стаж работы — от 3, от 5 лет. Оплата у нас сдельная. И это отлично стимулирует людей.

А. Пухненко: Конечно, создание нового направления потребовало серьезного развития. В 2009 году в компании было около 30 человек, включая инженерно-технических работников. Сейчас на предприятии работает свыше 200 человек, из них около 40 инженерно-технических работников (ИТР). Все развитие происходит за счет собственных средств — закупка нового оборудования, создание всей необходимой инфраструктуры, строительство и оснащение новых корпусов. Сейчас под кабельное производство задействовано два корпуса, планируем построить третий.

РАБОТА С ЗАКАЗЧИКАМИ

Сейчас ваш основной заказчик — КАМАЗ. Есть ли планы по расширению номенклатуры заказчиков?

Н. Сайфуллина: Это уже не планы, а реализованные проекты. В области жгутового производства мы развиваемся в нескольких стратегических направлениях. Прежде всего, это участие в проектах по локализации производства всех глобальных брендов в России. Причем не только в автомобильной промышленности. У нас есть контакты с производителями «белой» бытовой техники, например, с Bosh или Siemens. Однако основной приоритет для нас — автопром.

Особенность «Икар Плюс» в том, что мы предпочитаем участвовать в новых проектах, которые еще только планируются к запуску. Нам неинтересно конкурировать с другими поставщиками в рамках уже запущенных серийных производств. Напротив, участие в новых проектах позволяет нам в полной мере реализовать свой инженерный потенциал. Кроме того, благодаря новым проектам мы ясно видим, куда движется отрасль и понимаем, что будет завтра, какие технологии и продукты будут востребованы. Это важно и потому, что и наш основной заказчик — КАМАЗ — будет развиваться в том же направлении, и нам нужно быть готовыми соответствовать его новым требованиям.

Можно привести примеры успешных проектов, не связанных с КАМАЗом?

Например, мы производим полные комплекты электрических жгутов для некоей компании, выпускающей спецтехнику в Набережных Челнах. Жгуты были для

этой компании больным местом, они никак не могли наладить их эффективное и качественное производство и искали решение. Мы показали, что лучший выход — вообще отказаться от собственного производства жгутов, отдав его на аутсорсинг. Была проведена большая инженерная работа, она длилась около полугода. Наши специалисты изучили систему проводки, адаптировали ее под нашу технологию, одновременно обновили номенклатуру комплектующих, предложили новые разъемы, современные светотехнические решения. В итоге были разработаны современные жгуты, которые уже запущены в серийное производство. Проект успешно развивается, что взаимовыгодно для двух наших компаний.

Другой пример — мы приступили к серии поставок для производителя микроавтобусов на базе грузовых фургонов. Когда мы начинали участвовать в проекте, там уже были другие поставщики жгутов. Наши инженеры около полугода прорабатывали документацию, и в итоге смогли предложить решение, которое оказалось наиболее предпочтительным и по цене, и по качеству.

Третий проект — жгуты для сельскохозяйственной техники. В этом направлении мы сегодня делаем комплекты жгутов для опытных машин, которые будут проходить испытания и пойдут в серию через два-три года. Однако когда дело дойдет до серии, уже не мы будем конкурировать с текущими поставщиками, а другие поставщики будут вынуждены конкурировать с нами.

Эти примеры показывают, что мы готовы начать работу на уровне опытных образцов. Инженеры «Икар Плюс» могут взять кустарные чертежи и превратить их в конструкторско-технологическую документацию для современного производства. Конструктор, который рисовал жгуты 20 лет назад и с тех пор постоянно не расширял свой кругозор, нарисует такой же жгут и сегодня. В итоге в машину нового поколения будут заложены комплектующие и технологии 20-летней давности. Мы можем предложить более качественное, более дешевое и более технологичное решение, о котором конструкторы заказчика просто не имеют представления. И в итоге совместно с клиентом мы сформируем облик нового продукта.

Не меньшая проблема — зачастую жгуты проектируются отдельно от механических узлов. И на стадии реального монтажа возникают проблемы. У нас же есть возможность проектировать жгут в привязке к конкретной конструкции. Более того, на опытную сборку обязательно выезжает наш инженер, который смотрит, есть ли проблемы, и только после этого мы считаем, что создан серийный продукт и утверждаем документацию.

Сейчас у нас в проработке еще четыре новых проекта, и их будет становиться все больше. Но мы открыты для любых сторонних заказов.

Есть ли понятие минимального заказа, с которым к вам можно обращаться?

Пока никакого минимального порога нет. Но нам интересна долгосрочная перспектива — важно понимать, что будет с проектом через четыре-пять лет. Ведь освоение жгута в производстве — это определенные затраты, и мы можем взять их на себя, только если видим перспективу. Иначе за все должен платить заказчик. Специфика «Икар Плюс» такова: нам интересны компании, которым нужны сложные жгуты, для которых требуется инженерная проработка, при относительно небольших по мировым меркам объемах, на уровне нескольких тысяч жгутов в месяц. Поэтому наши ключевые заказчики — производители коммерческой техники (от микроавтобусов до больших военных машин), поскольку здесь сочетаются высокая сложность жгута, приемлемая для нас стоимость и объемы выпуска. Но только ими мы, повторюсь, не ограничиваемся.

ПРОИЗВОДСТВО ЖГУТОВ

Непосредственно с производством нас знакомят заместитель директора по развитию Руслан Канифович Закиров и начальник службы качества Ольга Александровна Карпова.

Р. Закиров: Сейчас предприятие выпускает порядка 25–30 тыс. жгутов в год, то есть 2–2,5 тыс. в месяц. При этом это в основном сложные панельные жгуты, порядка 350 проводов. Их номенклатура достаточно велика — не менее восьми различных типов жгутов, прорабатываемых в месяц. Плюс к этому дополнительные проекты, которые мы активно развиваем. Работает предприятие в одну смену по 12 часов (люди работают по два дня через два). При желании можно удвоить число смен — такое уже случалось при срочных крупных заказах. Конечно, это моменты напряженные, но мы с ними справлялись. Поэтому резервы есть.



Р. Закиров



Склад проводов и комплектующих (слева); принятые ОТК комплектующие в цеху (справа)

Производство начинается со склада проводов и комплектующих — контактов, уплотнителей и т.п. Номенклатура очень велика, много различных проводов, в том числе комбинированных. Мы используем принцип адресного хранения. Автоматизированный учет позволяет использовать принцип «первым вошел — первым вышел», то есть сначала расходуется более старая партия комплектации, остатки, и лишь затем — более новая.

О. Карпова: Все комплектующие, в частности, провода, проходят входной контроль. Провод должен быть валидирован КАМАЗом, есть перечень допустимых замен: что мы можем использовать, что нет. В основном мы применяем провода компании «Уралкабель». На предприятии есть регламент, где прописано, какие параметры необходимо контролировать для каждого типа комплектующих, каков объем выборки. По отношению к проводу мы проверяем сечение, число жил, диаметр меди, толщину изоляции и т.п. При приемке провода мы обязательно проверяем каждую партию — выборочно, одну или несколько катушек.

Р. Закиров: У нас в цеху три¹ параллельные автоматические линии производства компании Komaх. Две линии — Alpha 355 и Gamma 333 PC — мы приобрели в конце 2009 года у другого производителя жгутов, это не были новые установки. Третью, новую линию Komaх Alpha 355, нам поставила компания Остек в октябре 2013 года.



О. Карпова

Автомат Alpha 355 обеспечивает нарезку и зачистку проводов, обжимку наконечников, надевает уплотнители — то есть выполняет весь спектр необходимых нам операций. В состав линии входит струйный принтер ims 295 BC для маркировки проводов. Одно из достоинств новой установки — рабочий стол длиной 8 м, что позволяет обрабатывать провода длиной до 12 м. Система оснащена

¹ Пока публикация готовилась, компания «Икар Плюс» приобрела и успешно ввела в эксплуатацию четвертую автоматическую линию — Gamma 333.



Автоматическая линия Alpha 355 с длинным рабочим столом. На установке модули справа и слева - прессы обжима наконечников

двумя модулями контроля качества — проверяется высота обжима и усилие на отрыв наконечника. Оператор вводит требуемые параметры провода, выполняется пробная обработка, и только после того как два контрольных прибора подтвердят соответствие заданным параметрам, машина сама запускает всю партию. В установке используются два прессы для обжима, каждый оснащен своим модулем контроля, что позволяет проверять правильность обжима каждого наконечника на каждом проводе. Если случился сбой, установка сама откидывает провод в накопитель брака. Производительность машины — 2,5–3 тыс. проводов в час. К установке подключается специальный принтер, который под ее управлением печатает маркировочные бирки. Оператор надевает их на партии в 25 проводов. На бирке указан номер жгута, сечение, провод, и на какой комплект эта партия идет.

Установка Gamma 333 выполняет аналогичные функции: мерная резка, зачистка, обжимка, надевание уплотнителя. Но на ней установлен специальный мо-

дуль, выполняющий обжим двух проводов одним контактом, — получается сочленение (спарка).

Для обжима наконечников в автоматах Komaх используются специальные аппликаторы, для каждого типа наконечника — свой аппликатор. Их наладка и техническое обслуживание (ТО) выполняются на специальном участке. После технического обслуживания каждый аппликатор проверяется. Он устанавливается на пресс итальянской компании Mecal, позволяющий задавать усилие опрессовки. Выполняется тестовый обжим наконечника, после чего делается срез контакта. В лаборатории специалисты под микроскопом проверяют, насколько правильно сформирован обжим, после чего выдают заключение — соответствует аппликатор нормам или требуется переналадка. На каждый аппликатор заведен паспорт, где отмечаются все проведенные ТО, параметры наладки. Паспорт всегда хранится вместе с проверенным и настроенным аппликатором на специальном стеллаже, используется система адресного хранения.



Струйный принтер ims 295 BC для маркировки проводов в составе линии Alpha 355; маркированные провода



Печать бирок для проводов; пучки проводов, маркированные бирками

Почему вы выбрали автоматы именно компании Котакх?

Р. Закиров: Изначально так сложилось. Нам удалось купить две бывшие в употреблении установки Котакх, и они нам понравились. Конечно, это была не спонтанная покупка — мы проводили мониторинг оборудования, консультировались с рядом фирм-производителей, сами установки покупали у действующего производителя жгутов.

Затем мы начали сотрудничать с компанией Остек, поначалу — на уровне обслуживания оборудования. До этого мы работали с другой фирмой, но не устраивало качество их сервиса. Напротив, подход к делу со стороны компании Остек нас очень порадовал. Приехали специалисты, провели ревизию машин, выполнили ТО. Мы совместно обучили сотрудников. С тех пор все вопросы обслуживания решаются быстро и четко — если нужно, наши наладчики звонят в Остек, в любое время получают нужную информацию и советы, если необходимо, приезжают технические специалисты Остека. Поэтому когда потребовалась третья автоматическая линия, вопрос о производителе практически не стоял — конечно, это Котакх (мы остановились на автомате Alpha 355 с длинным рабочим столом), поскольку эта компания и ее российский партнер Группа компаний Остек положительно зарекомендовали себя со всех сторон.

Если говорить о технических особенностях, то автоматы Котакх обеспечивают все необходимые нам функции. Кроме того, эти системы можно модульно наращивать, по мере необходимости расширяя возможности и производительность. Автоматы удобны в рабо-

те. Перенастройка на новый провод занимает порядка 10 мин — от перезарядки провода до запуска партии в работу. Конечно, если просто меняется длина провода, переналадка длится менее минуты. В этом отношении аналогов оборудованию Котакх мы сегодня не видим и планируем приобрести еще одну автоматическую линию Котакх.



Провода с обжатыми наконечниками и уплотнителями



Автоматическая линия Gamma 333. Она позволяет обжимать два провода одним контактом (справа)

Оборудование Komaх не дешево, а рынок, на котором работает «Икар Плюс», подразумевает достаточно небольшую норму прибыли. Насколько эффективным показало себя оборудование в реальном производстве?

Если говорить о целесообразности автоматизации производства — конечно, все, что делает автомат Komaх, можно выполнять вручную. Но тут встает вопрос качества и производительности. Разделка провода, опрессовка контактов — очень важные операции, при которых велика вероятность человеческой ошибки. Для нас оказалось более выгодным купить автоматы и загрузить их работой. У нас 12-часовой рабочий день, и в каждую смену оборудование загружено на 99%. В итоге мы получили снижение себестоимости, рост качества, рост заказов, следовательно — развитие и прибыль.

Безусловно, при выборе оборудования цена была существенным фактором. Однако мы посещаем выставки оборудования, знаем этот рынок и выбрали наиболее оптимальные для нас модели как с точки зрения цены, так и их функциональных возможностей, соответствующих нашим потребностям. И практика показала, что мы не ошиблись.

Вы используете только автоматическую обработку проводов?

Не только. У нас есть участок ручного обжима накоечников, где применяются прессы компании Mecal. Эта



Готовые к использованию аппликаторы (сверху); пресс компании Mecal с контролем усилия опрессовки (снизу)



Участок полуавтоматической опрессовки, оснащенный прессами Mecal; установка ультразвуковой сварки

компания специализируется на решениях для опрессовки контактов. Она выпускает очень надежные инструменты, недаром ее прессы используются в установках компании Komaх. Ручной монтаж необходим, например, если на провод нужно надеть ПВХ-трубку. В этом случае на автомате один наконечник не монтируется, трубка надевается вручную, а затем на полуавтоматическом прессе обжимается недостающий контакт. Прессы Mecal нам также поставляет компания Остек.

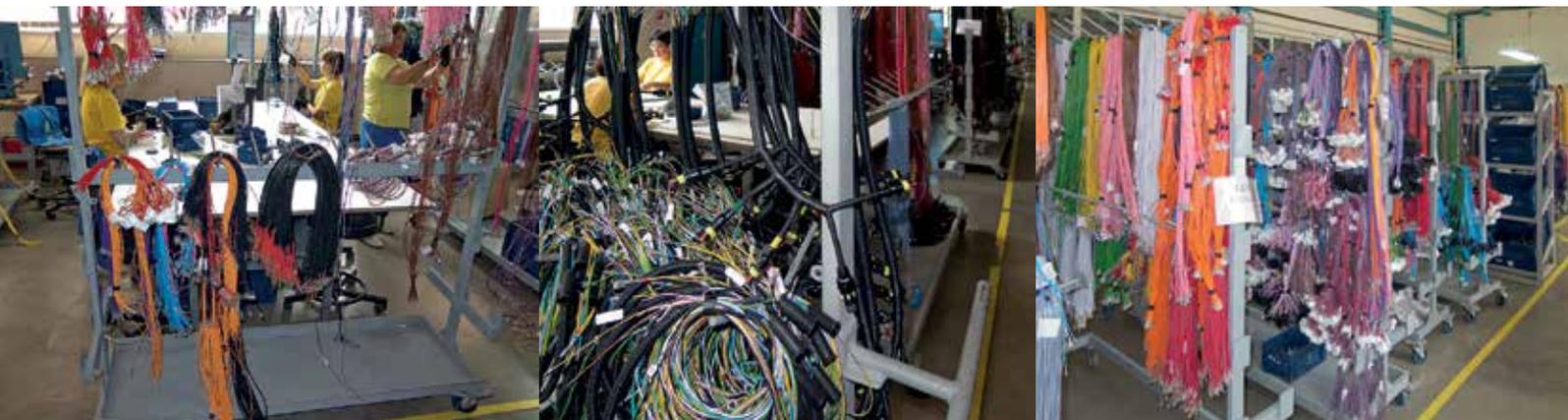
Для срочной нарезки проводов, в основном для опытного производства, мы используем станок Komaх Карра 320 — автомат начального уровня. Мы задействуем его и в серийном производстве, в основном, для нарезки ПВХ-трубок.

Ряд ответственных работ выполняется на участке полуавтоматической сварки. Она используется для соединения нескольких проводов, для монтажа резисторов и т.п. Например, с одной стороны к точке сварки может

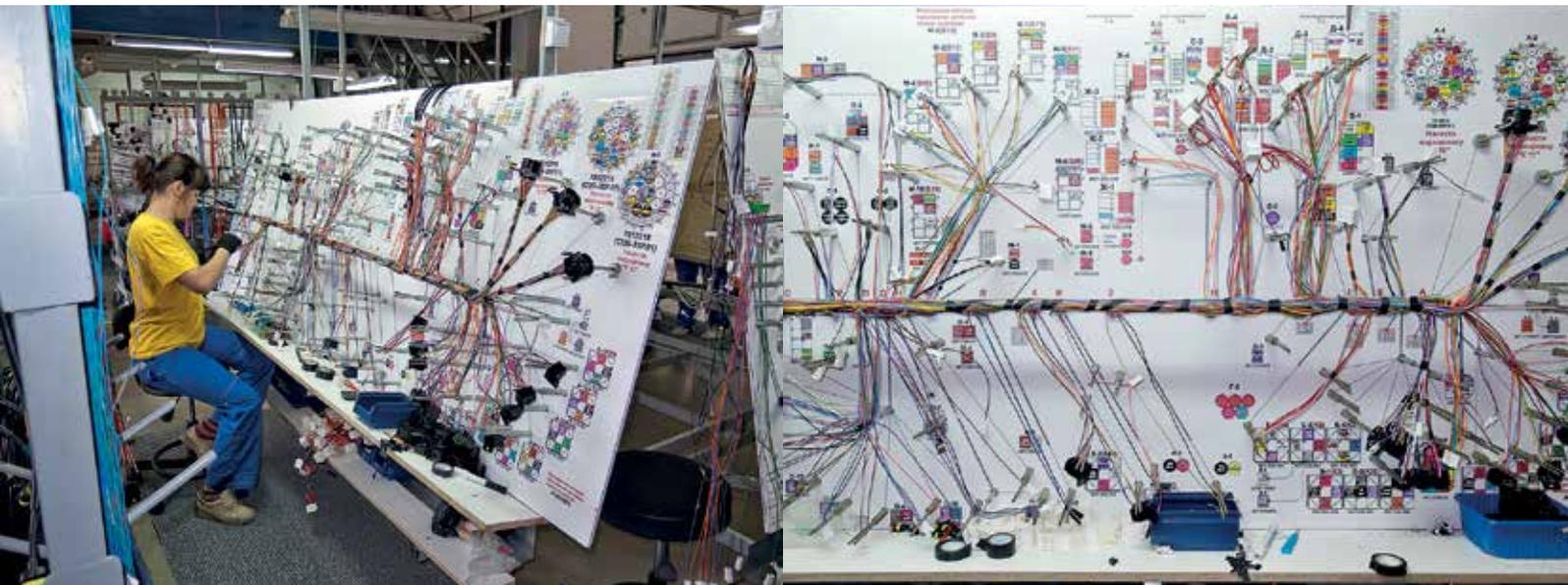
подходить семь проводов, с другой — два. Для проводов небольших сечений мы используем ультразвуковую сварку, для более крупных проводов — резистивную. Как правило, сварные соединения защищаются термоусадочной трубкой.

Обработанные провода поступают на участок комплектовки. Здесь сразу собираются отдельные узлы кабеля, усаживаются колодки, из готовых подборок формируются вязанки. В результате образуются готовые комплекты для монтажа всего жгута. Их размещают на вешала также нашей конструкции.

Вешала с подобранными узлами выкатываются в зону монтажа, и начинается сборка нового жгута. Для этого используются сборочные стенды. Сборка ручная, впрочем, как и практически везде. Одна вязальщица полностью собирает весь жгут. Однако сейчас, с ростом сложности жгутов, мы начинаем внедрять технологию типа карусельного конвейера — каждая вязальщица



Участок комплектовки



Сборочные стеллы на участке монтажа жгутов

собирает свою часть узлов в жгуте. Для внедрения полноценного карусельного конвейера у нас физически не хватает площадей, но пока и нет острой необходимости. Отдельный участок предназначен для вязки дополнительных жгутов — например, рамных жгутов, для системы ABS и т.д.

В отдельной зоне расположен опытно-промышленный участок. Здесь собирают опытные жгуты, единичные заказы, изделия, которые только предстоит запускать в серийное производство. В частности, здесь монтировались жгуты для автомобилей «Тайфун». На этом участке используются нестандартные стеллы. Однако обработка проводов даже для таких изделий все равно в основном выполняется на автоматических линиях Комах. Это гарантирует качество и упрощает работу.

Вы выполняете электрическое тестирование жгутов?

О. Карпова: Безусловно. Каждый собранный жгут проверяется на целостность электрических цепей на специальных диагностических стендах. Как и другая технологическая оснастка, эти стеллы — полностью нашей разработки и производства. У нас есть процедура проверки тестеров, утвержденная Центром стандартизации и метрологии ТатЦСиМ Госстандарта РФ. Согласно этой процедуре перед началом производства стелла проверяется на эталонном жгуте, потом — на заведомо неисправном жгуте. И лишь затем мы приступаем к тестированию продукции. Жгут проводов подключается к стелле, включается программа тестирования. Ошибки отображаются на мониторе, указывается цепь, номер

колодки, ошибку легко локализовать и исправить.

Пока для каждого вида жгутов проводов — отдельный стелла. Проблема в том, что у КАМАЗа очень часто меняется конструкторская документация на жгуты, много различных модификаций. Поэтому мы переходим на построение диагностических стелл по модульному принципу. Но об этом лучше расскажет разработчик и создатель стелл Дмитрий Тютюньков.

Д. Тютюньков: Для достижения гибкости конструкции стелл мы решили следовать модульному принципу построения стеллы. Один модуль рассчитан на 64 точки соединения и содержит ячейки — ответные части контактных колодок жгутов проводов. Эти ячейки — достаточно сложный механический узел. Они оснащены специальным фиксатором, который срабатывает, только если колодка вставлена правильно.



Д. Тютюньков



Участок вязки дополнительных жгутов (справа - стол для монтажа длинных жгутов)

Изначально я строю трехмерную модель колодки в среде КОМПАС-3D, просчитываю всю кинематику узла, взаимодействие подвижных частей, например, как будут перемещаться элементы механизма защелки. Затем все эти элементы я изготавливаю здесь же, на станке с ЧПУ, и собираю механизм ячейки.

Все элементы станда рассчитаны на самое грубое обращение, сама конструкция колодок минимизирует возможные ошибки оператора. Например, если попытаться неправильно установить колодку, фиксатор не защелкнется, но ячейка не будет повреждена. Даже если попытаться оторвать жгут от станда, в самом станде ничего не сломается. У нас есть наработки в области проверки герметичности разъемных соединений — в случае утечки кнопка фиксатора не будет защелкиваться. Но пока такая задача не вставала.

Управляющая электроника тоже разрабатывается и собирается здесь же. Тестирование происходит под управлением программы в персональном компьютере. В целом, система получается достаточно гибкой. Например, для жгута из 300 проводов нужно 10 модулей. По мере необходимости модули можно добавлять или убирать.

Как происходит подготовка технологической документации для изготовления жгутов?

Р. Закиров: Это задача нашего технологического отдела. В нем трудятся 11 технологов, из них 5 инженеров. Они занимаются проработкой конструкции и технологии жгутов, а также сопровождением их производства.

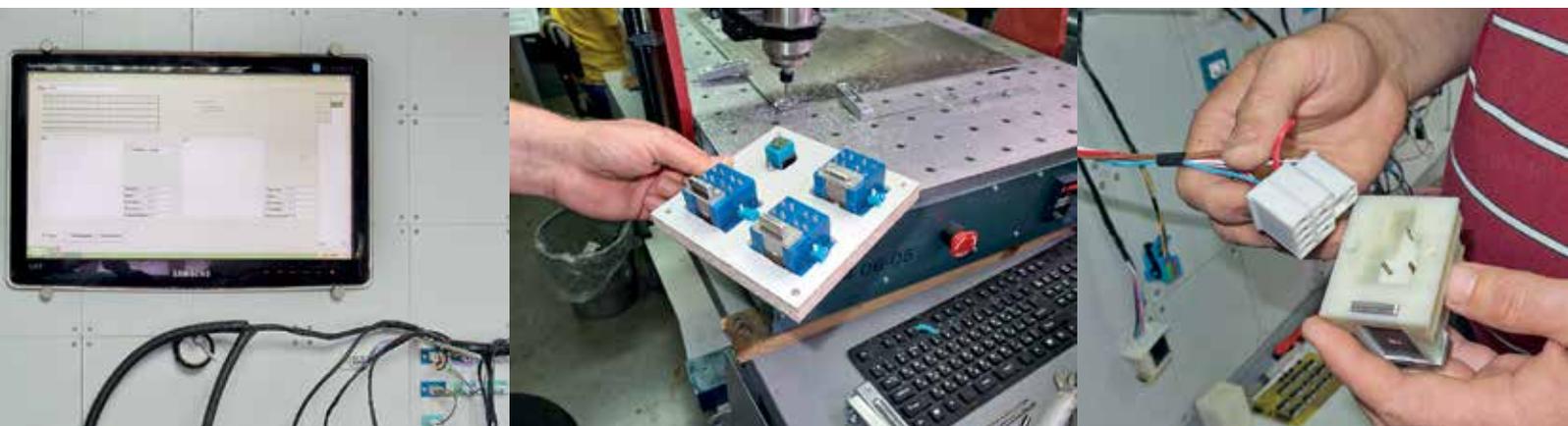
Мы работаем в единой информационной среде с основным заказчиком — КАМАЗом, используя программу проектирования E3 компании Zuken. Спецификация с КАМАЗ поступает к нам в формате E 3. В результате всю внутреннюю технологическую документацию на жгут можно подготовить за день — раньше на такую работу уходил месяц. Для каждого провода жгута в соответствии со спецификацией в автоматизированном режиме вводятся необходимые параметры — длина, сечение, цвет, нужна ли маркировка, типы наконечников и т.п. В результате время подготовки производства сократилось радикально. КАМАЗ достаточно часто меняет конструкторскую документацию на жгуты, но работая в единой среде с его разработчиками, мы можем вносить



Опытно-промышленный участок. Жгут для бронемашины "Тайфун" (справа) включает порядка 900 проводов



Диагностический стенд; сообщение об ошибке; подключение жгута к стенду



Диагностический стенд модульной конструкции; модуль с ячейками (с обратной стороны); собранная ячейка

необходимые изменения в свою технологическую документацию очень оперативно.

В итоге мы формируем карту нарезки для автоматических линий Komax, спецификацию для контактов с усилиями обжима и данные для маркировки проводов. Все это операторы вводят в автоматы — пока вручную, но сейчас мы занимаемся следующим уровнем автоматизации — все эти данные будут загружаться в среду 1С, оттуда в виде задания будут распределяться по производственным линиям и выдаваться оператору. Работнику достаточно будет просто выбрать провод — вся информация будет уже в машине.

Монтажная схема жгута (плаза) печатается на обычном цветном плоттере на самоклеющуюся пленку. Пленка затем ламинируется и монтируется на сборочный стол — все очень просто и удобно.

Конечно, мы можем работать и с техническими заданиями сторонних заказчиков, в этом случае фактически сами проектируем жгут.



Сборка приборных панелей

ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Каков дальнейший маршрут готовых жгутов для приборных панелей? Вы их непосредственно передаете заказчику?

Большинство жгутов делается для наших приборных панелей и поставляется заказчику в комплекте с ними. Производство приборных панелей находится в новом корпусе, который был сдан в мае 2013 года. Здесь панели собираются из комплектующих — на каркас монтируются облицовочные пластиковые панели (их производит другое предприятие группы компаний — «Икар ЛТД»), приборные щитки, различные дверцы, другие элементы конструкции. После того как панель собрана, она проходит контроль и передается на участок электрики. Здесь монтируется электрооборудование, к приборам подключаются жгуты. Однако до этого необходимо подготовить так называемый финишный жгут.

Основной жгут, смонтированный и проверенный в предыдущем цеху, поступает на сборку. Здесь согласно сменному заданию, в зависимости от типа автомобиля и приборной панели, сборщики подключают к основному жгуту дополнительные — для системы ABS, стеклоподъемников, подогревателей и т.п. В итоге формируется жгут под конкретную спецификацию автомобиля — финишный жгут. Он содержит примерно 400 проводов, включает до 14 дополнительных жгутов, коробки предохранителей, другие необходимые элементы.

О. Карпова: Собранная панель с подключенным финишным жгутом тестируется на специальном стенде. Сейчас мы в основном используем диагностические стенды собственной разработки. Тестер полностью проверяет работу всех элементов панели, от срабатывания клавиш до правильности показаний стрелочных индикаторов — спидометра, индикатора топлива и т.д. Значения приборов, состояние контрольных лампочек на панели фиксирует видеочамера, в программу заложена система распознавания изображений. Панель проверяют два специалиста — один по карте контроля выполняет необходимые операции, другой контролирует результат. По окончании проверки стенд выдает заключение об исправности и распечатывает подтверждающий это чек, который прилагается к панели.

Проверенные приборные панели упаковываются, помещаются в специальную оборотную тару, исключающую их повреждение при транспортировке, и отправляются на КАМАЗ. В смену в среднем мы отгружаем 80 панелей. Но, к сожалению, у КАМАЗа выборка не ритмична, поэтому нам приходится непосредственно на автозаводе содержать свой склад, в объеме чуть больше суточного задела. Ведь после отгрузки наши панели проверяют контролеры входного контроля центра закупок КАМАЗ. А затем следует еще одна проверка — непосредственно на конвейере. Все это занимает время, поэтому буферный запас необходим.



Финальный жгут, подготовленный для подключения к панели

Столь многочисленные проверки панелей необходимы?

О. Карпова: Конечно. Ведь не все зависит от нас. Скажем, ряд комплектующих, например реле, мы получаем с КАМАЗа по возвратной кооперации, не всегда можем контролировать их поставщиков, поэтому с ними иногда возникают проблемы. У нас в штате есть специалист-автоэлектрик, который фактически постоянно находится на автозаводе и разбирается с подобными проблемами. Порой ему приходится показывать, что дело не в панели, а в другом узле автомобиля, но для этого нужно найти причину неисправности.

Насколько тесно вы взаимодействуете со службой качества КАМАЗа?

О. Карпова: У нас, как и у конструкторов, контакты со смежными службами очень тесные. Как основного поставщика КАМАЗ оценивает нас каждый квартал. И не случайно последние 1,5 года нам присвоена категория «отличный поставщик». Все жгуты для КАМАЗ собираются согласно их конструкторской документации и под их контролем.

Проходят как плановые инспекционные проверки производства серийных жгутов, так и контроль запуска новых изделий. По меньшей мере раз в квартал к нам приезжают специалисты НТЦ «КАМАЗ» совместно с технологами автозавода и проводят авторский надзор. Смотрят весь производственный цикл: от приемки продукции на склад до отгрузки готовых изделий. Вплоть до того, что мы можем разбандажировать собранный жгут, чтобы они проверили, как он собран, все ли внутри соответствует конструкторско-технологической



Собранная панель на проверочном стенде. Внизу: видеокamеры фиксируют работу всех индикаторов панели. Если тест успешно пройден, автоматически распечатывается чек

документации. Раз в два года мы отдаем жгуты в специализированные лаборатории, где проводятся все необходимые виды климатических и механических испытаний.

Инспекционные проверки проводятся и на самом автозаводе — как отдельно кабины, так и автомобиля в целом. В обоих случаях смотрят наши жгуты и панели. На таких проверках обязательно присутствует наш автоэлектрик. Ведь если обнаружена неисправность, нужно в течение двух часов выявить причину. Если проблема в нашей продукции, мы в соответствии с регламентом должны пересмотреть все свои заделы, причем на это даются одни сутки. Все это влияет на оценку поставщика. Поэтому отношение к качеству у нас самое серьезное.

СИСТЕМА КАЧЕСТВА

Как в целом организована система управления качеством на «Икар Плюс»?

О. Карпова: С 2008 года на предприятии действует система менеджмента качества, соответствующая требованиям ГОСТ Р 9001. Дополнительно в 2010 году было принято решение о переходе на международный автомобилестроительный стандарт ISO/TS 16949 (ГОСТ Р ИСО/ТУ 16949–2009) «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части». Мы прошли сертификацию в системе «Русский регистр», однако уже в этом году мы будем проходить сертификацию в немецкой системе TUV-CERT. Планируем внедрять и международные стандарты системы экологического менеджмента ISO 14000 и системы управления охраной труда ISO 18000. Большая часть ИТР уже прошла обучение на знание требований этих стандартов. Их внедрение, безусловно, позитивно скажется не только на наших сотрудниках, но и на качестве продукции.

Как организован контроль производственных операций при изготовлении жгутов?

О. Карпова: В отделе контроля качества работают 20 специалистов-контролеров. Они проверяют качество сборки панелей, целостность цепей в жгутах — как в стандартных, так и в единичных, могут проверять финишные жгуты, обучены выполнять операционный контроль. Контролеры регулярно проходят обучение, где мы рассматриваем наиболее типичные ошибки, объясняем, на что нужно обращать особое внимание, какие дефекты наиболее вероятны и т.п.

Ключевая характеристика для контроля, которую нам задает НТЦ «КАМАЗ», — усилие опрессовки контакта. Поэтому ее мы контролируем наиболее жестко. При автоматической опрессовке контактов усилие контролируют сами автоматы Котак. При монтаже на полуавтоматических прессах используем выборочный контроль с помощью динамометров. Причем проверку выполняют не только контролеры ОТК, но и те работники, которые работают в режиме самоконтроля.

Что означает самоконтроль?

По желанию сотрудника специальная комиссия может допустить его к работе в режиме самоконтроля. Работа таких специалистов выше оплачивается, но и ответственность на них большая. У них есть индивидуальное клеймо (номер), и они полностью отвечают за свою продукцию. Такие сотрудники сами занимаются проверкой своей продукции. Особенно на ручных прессах, где нет встроенных систем контроля. И если по результатам тестовых измерений они видят проблему, то зовут наладчика, который перенастраивает оборудование.

По индивидуальному номеру работника можно определить источник ошибки в жгуте на любой стадии, будь то ошибка в подсборе или при опрессовке. Поэтому, в частности, для нас очень важно, что мы сами тестируем панели со жгутами — это на порядок увеличивает степень контроля.

Если ошибка обнаружена, допустивший ее работник, конечно, наказывается. Но не это главное. Предусмотрены корректирующие мероприятия, чтобы исключить подобную ошибку у других. Устраняются возможные причины, проблема обсуждается со всеми работниками.

Н. Сайфуллина: В целом, качество продукции предприятия, успех его деятельности определяют все его работники. Например, одна из сложностей работы с КАМАЗом — частая смена номенклатуры. Это, в частности, означает, что появляются новые типы комплектующих. Зачастую стандартный срок их поставки — 12 недель, а заказчику изделие нужно уже через 3–4 недели. И тут

велико значение нашего логистического центра, который обеспечивает нас нужной комплектацией, причем — и это принципиально — высокого качества. Сегодня мы можем решать самые сложные задачи, но это — следствие совместной работы всех наших отделов, высокого уровня их сотрудников.

Работа с кадрами — одна из важнейших составляющих нашего успеха. Мы ведь не только создаем новые рабочие места, но и постоянно думаем об улучшении условий труда. Мы понимаем, что если рабочий на своем месте думает только о работе, если ему комфортно, у него хорошее настроение, то и производительность будет выше. В результате всем будет хорошо — и сотрудникам, и заказчикам, и владельцам предприятия. При всей компактности производства, у нас светлые цеха, кондиционеры, продуманная система организации рабочих мест. Мы даже в кризис не задерживали зарплату. Для работников предусмотрен ряд льгот. Например, мы компенсируем питание, оплачиваем проезд на работу, из города на производственную зону и обратно людей возит собственный автобус. Как результат — у нас очень низкая текучесть кадров. Конечно, бывает, что люди уходят, но многие из них возвращаются. Возможно, это один из важнейших факторов обеспечения качества — наши сотрудники заинтересованы в том, чтобы предприятие жило и развивалось, выпуская качественную продукцию.



Жгуты производства «Икар Плюс»

Итак, мы посетили сложное, комплексное производство, действующее в достаточно конкурентной среде. О качестве продукции компании «Икар Плюс» свидетельствует и высокая оценка со стороны КАМАЗ, и участие в других проектах. И мы совершенно явно увидели, что автоматические линии Komaх являются необходимым элементом этого производства, во многом обуславливая не только его эффективность, но и качество продукции.

Конечно, все достоинства автоматического оборудования могут проявиться лишь при грамотной организации всего производственного процесса. Пока мы находились на производстве «Икар Плюс», не оставяло ощущение, что здесь используют не только оборудование Komaх, но и многие принципы организации производства этой швейцарской компании. Та же ответственность работников за качество, те же продуманные технологические потоки, оснащение рабочих мест, сама заинтересованность сотрудников в конечном результате. И вероятно, это единственно возможный путь эффективно использовать современное оборудование — оно будет эффективно только в условиях современного производства. Что компания «Икар Плюс» нам наглядно продемонстрировала. 



Рассказать о специфике компании «Икар Плюс» с точки зрения поставщика оборудования, о том, какие особенности автоматических линий Komax наиболее ярко проявляются на этом производстве, мы попросили Романа Лыско, начальника

отдела модернизации производства кабельных изделий ООО «Остек-ЭТК».

Компания «Икар Плюс» работает в сегменте, где могут быть сильны именно российские производители, а не глобальные мировые компании. Это относительно малосерийное производство при достаточно большой, и при этом, часто обновляемой номенклатуре. КАМАЗ, будучи серийным заводом, предлагает решения, адаптированные под конкретных заказчиков. Это означает множество модификаций продукции, в том числе электрических жгутов. Поэтому работающие с КАМАЗом компании должны быть очень гибкими, способными вносить изменения в конструкцию изделия и запускать в производство новые модификации в очень сжатые сроки. Соответственно, технологическое оборудование такого жгутового производства также должно быть гибким и быстро перенастраиваемым. Этим требованиям в наибольшей мере отвечает автоматическое оборудование Komax.

Немаловажно, что в области производства автомобильных жгутов высока конкуренция, поэтому добавочная стоимость минимальна, и развиваться можно только за счет внутренних ресурсов — оптимального планирования производства, автоматизации и т.п. И компания «Икар Плюс» — пример того, как за счет собственных средств можно оснащать и модернизировать производство, строить новые корпуса и т.д. «Икар Плюс» — частная компания, здесь умеют считать деньги, умеют оценить эффективность оборудования и его коммерческую отдачу. И если специалисты «Икар Плюс» находят оборудование компании Komax эффективным и планируют приобретать новые установки, значит данные решения будут интересны и другим производителям жгутов.

У компании был выбор — закупать жгуты на стороне или создавать собственное производство. Предпочтя собственное производство жгутов, компания начала использовать автоматические линии Komax и продолжает расширять парк этого оборудования. Это также очень хороший индикатор эффективности решений Komax. Мы начали взаимодействовать с «Икар Плюс» как сервисные интеграторы, то есть решение о приобретении двух автоматов Komax компания принимала без нашего участия. Однако когда мы совместно обсуждали вопросы расширения производства, разговоры в основном шли об условиях поставки — производитель был очевиден и не обсуждался. Мы приглашали специалистов «Икар Плюс» на выставку Productronica, показывали различные варианты оборудования, там можно было видеть конкурирующие решения. Сегодня наше сотрудничество лишь расширяется, мы поставляем компании еще одну автоматическую линию Komax Gamma 333 PC, продолжаем достаточно тесно взаимодействовать и в других направлениях.

Какие особенности выделяют «Икар Плюс» среди конкурентов?

Прежде всего, это изначально грамотная организация производства жгутов. Например, здесь разделены процессы заготовки проводов и сборки кабелей. Это, к сожалению, не характерно для многих отечественных предприятий. А ведь если не разделять эти процессы, бесполезно говорить об автоматизации производства жгутов и повышении их качества.

Второй немаловажный момент — в компании подобраны очень высококвалифицированные специалисты. Так, диагностические стенды обычно создают специализированные компании. Но «Икар Плюс» делает их своими силами, что говорит о высокой квалификации сотрудников. Наконец, очень большой плюс для производителя жгутов — наличие собственных конструкторов. Это очень сильно выделяет компанию среди конкурентов. Играет роль и такая специфика «Икар Плюс», как комплексный подход. Здесь производят не только жгуты, но и полностью приборную панель.

За минувший год в компании «Икар Плюс» произошли существенные, очень позитивные изменения, расширены производственные мощности и площади, растет число заказчиков. Надеюсь, эти изменения продолжатся, и компания Остек всегда готова их поддержать.

Использование JTAG- тестирования и програм- мирования на производстве

Текст: **Алексей Иванов**



В статье мы рассмотрим тему применения периферийного сканирования на производстве. Казалось бы, что тут писать – бери и применяй. Но, как выясняется, тема эта довольно обширна и, по разным причинам, несправедливо обделена вниманием. Одна из причин — это то, что в статьях, на семинарах рассмотрение темы всегда начинается с того, как работает периферийное сканирование, как происходит тестирование и как разрабатывать тесты. На все это уходит столько энергии, что про применение JTAG-технологий обычно говорится пара слов. Вторая причина в том, что производство электроники в России развивается! И несколько лет назад никого не интересовала автоматизация запуска тестов, интеграция ИСТ-теста и периферийного сканирования на одном рабочем месте и прочее. А теперь многие предприятия интересуются этими вещами: возросла серийность и, одновременно, опыт, который неизменно ведет к культуре производства.

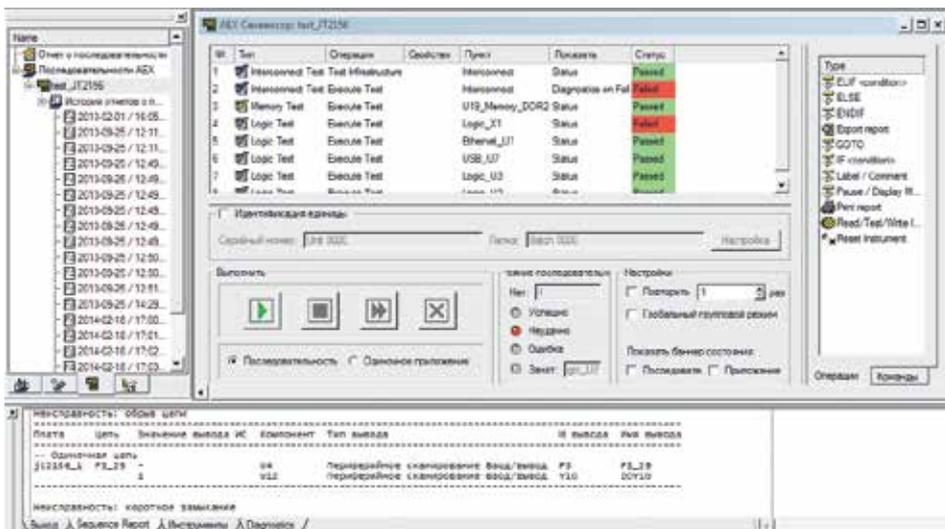
Автономная станция

Если ваша продукция не является крупносерийной, то вас может вполне устроить автономная станция периферийного сканирования. Это — отдельный ПК с установленным ПО для запуска тестов и приложений для программирования плюс контроллер периферийного сканирования с дополнительными модулями, которые нужны для тестирования внешних цифровых и аналоговых разъемов. Автономная станция — самый логичный вариант, не требующий трудовых и денежных затрат на интеграцию в другие установки, создание для этого оснастки и пр. Поэтому большинство предприятий, применяющих периферийное сканирование в России, используют для производственного тестирования либо автономную станцию, либо станцию с ПО для разработки тестов (оно обычно содержит встроенный секвенсор для запуска тестов и операций программирования).

Что же представляет собой автономная станция в программном плане? Начнем с того, что существует ПО для разработки (или, более точнее, генерации) тестов и приложений для программирования флэш и ПЛИС. У JTAG Technologies это пакет ProVision. Принцип работы известен: конвертируется схематика тестируемой платы из САПР, при необходимости также BOM. Затем подключается библиотека моделей компонентов (от резисторов до логики и памяти) и компонентам схематики придается функциональность. Благодаря этому система ProVision «знает» всю информацию о тестируемом изделии: связи всех пинов (паяных соединений), информацию о связующей логике (какие резисторы являются подтягивающими, какие — проходными, как сигнал меняется, проходя через логику и т.д.). Используя эти «знания», система проектирования генерирует приложения для тестирования и программирования. Их много, так как для каждой отдельной микросхемы ОЗУ, ПЗУ, логики и прочего генерируется отдельное

приложение. В результате получаются разрозненные приложения, которые можно запускать по отдельности. Но это хорошо для отладки сгенерированных тестов, когда один и тот же тест нужно запустить несколько раз, проверяя, не возникают ли ошибки, подстраивая частоту ТСК. Когда же нам нужно выполнить основную задачу периферийного сканирования, а именно — провести тотальный тест изделия и программирование всех его компонентов нажатием одной кнопки, нужно сформировать из всех созданных ранее приложений так называемую тестовую последовательность. JTAG ProVision содержит встроенный секвенсор для создания таких последовательностей. То есть скомпоновать приложения можно еще на станции разработки тестов. Производственное же программное обеспечение, которое называется ProVision Platform, представляет собой подобие JTAG ProVision, где из функций есть только вышеупомянутый секвенсор.

На рис 1 показано окно секвенсора, которое пользователь видит, используя для «прогона» тестов и приложений для программирования станцию разработки ProVision или автономную производственную систему. Разберем интерфейс более подробно, это поможет понять возможности станции периферийного сканирования на производстве. На картинке можно видеть саму последовательность и кнопки запуска, паузы, продолжения и отмены выполнения. Первичный статус с цветовой индикацией (зеленый/красный) показывается в самой последовательности. Но при наличии конкретных дефектов этого недостаточно. Поэтому для каждого из приложений можно выбрать опцию: показывать результаты диагностики в итоговом отчете. Итоговый отчет формируется в реальном времени в процессе тестирования и программирования платы, фрагмент его можно увидеть в нижней части рис 1. Такой отчет формирует-



1 Окно секвенсора автономной станции запуска тестов от JTAG Technologies

№	Тип	Операция	Свойство	Пункт
1	Infrastructure Only Test	Test Infrastructure		System
2	Flash Test	Verify Device and Manufacturers ID Code		DD1
3	Ctrl	IF	item = fail	.
4	Ctrl	PAUSE	ПЗУ не отвечает. 0.	.
5	Ctrl	GOTO	111	.
6	Ctrl	ENDIF		.
7	Flash Test	Blank check the Flash		DD1
8	Ctrl	IF	item = fail	.
9	Flash Program	Erase the complete Flash		DD1_flash
10	Ctrl	ENDIF		.
11	Flash Program	Load Image File		DD1_EEPROM
12	Flash Program	Write data to the EEPROM		DD1_EEPROM
13	Flash Program	Verify the EEPROM data		DD1_EEPROM
14	Flash Program	Load Image File		DD1_flash
15	Flash Program	Write data to the Flash		DD1_flash
16	Flash Program	Verify the Flash data		DD1_flash

2 Разветвляющийся алгоритм для операций программирования флэш

ся каждый раз при запуске последовательности и при желании можно посмотреть архив, который сохраняется в определенных папках. Также отчеты о тестировании можно открыть прямо в программе: их видно в левой части рисунка.

В правой части рис 1 можно увидеть объекты: IF, GOTO, label, pause и др. Эти элементы могут использоваться при создании последовательностей. Как видно из названий элементов, из них можно, например, сделать ветвящийся алгоритм прохождения операций. Приведем пример, когда это может потребоваться.

Предположим, что мы тестируем изделие, и после определенных тестов требуется также выполнить операции программирования. Но на стенд тестирования могут попадать платы как с пустыми микросхемами флэш-памяти, так и с уже прошитыми (возможно, на повторную проверку после ремонта или эксплуатации). Так как большинство изделий поступает с «чистыми» ПЗУ, то нет смысла у каждого изделия предварительно стирать флэш. Чтобы у уже прошитых изделий обнулялось содержимое памяти, можно построить разветвляющийся алгоритм. Сначала в последовательности пойдет проверка ПЗУ на отсутствие записанных данных. Если в ПЗУ есть записанные данные, то следующий шаг — операция стирания содержимого микросхемы. Если флэш окажется «чистой», то алгоритм «перепрыгнет» через операцию стирания, сэкономив время. Пример алгоритма, где реализованы действия, схожие с описанными выше, показан на рис 2.

С помощью элементов из правой части экрана можно создавать всплывающие информационные окна для оператора. Например, если очередь дошла до приложения, зажигающего несколько светодиодов, работу которых нужно проверить визуально, перед приложением в последовательности можно запустить предупреждение об

этом. Задачи такого типа решаются с помощью функции «Pause / Display Message».

В панели управления сразу под самой последовательностью рис 1 есть окно, в которое при необходимости можно вводить серийный номер тестируемой платы. Этот серийный номер затем будет отражаться в html-отчете с описанием дефектов.

Также можно использовать командную строку (вкладка «Команды» в правой части экрана на рис 1), что дает, по сути, возможность запускать в тестовой последовательности любые внешние приложения, не связанные с JTAG ProVision. Например, может возникнуть необходимость включить какой-то дополнительный прибор (например, источник питания).

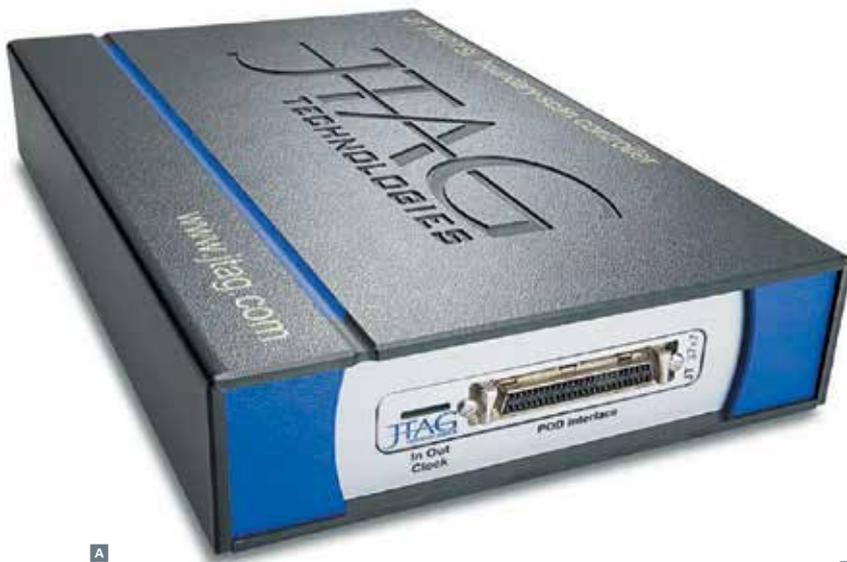
Интеграция в функциональные тестеры

Давайте разберемся, что же мы будем подразумевать под функциональными тестерами? Понятие это очень емкое. Функциональными тестерами можно назвать специализированную оснастку, стенды и ПО, созданные предприятием для какого-то конкретного изделия. Можно назвать функциональным тестером и стойку, например 19-дюймовую, куда входят разнообразные покупные приборы, работа которых во время проверки изделия контролируется каким-то общим ПО. Это ПО создается либо силами предприятия с помощью общеизвестных сред программирования (например, C++, Visual Basic и т.п.), либо используется готовый программный продукт типа LabVIEW, TestStand и им подобные.

Существуют в промышленности и универсальные платформы функционального теста, например, на базе шасси PXI. Многие компании выпускают под одной маркой огромное количество видов измерительных модулей PXI, из которых, как из конструктора, можно собрать любой функциональный тестер.

В развитых в технологическом плане странах практикуется и другой подход к созданию функциональных тестеров. Существуют фирмы, специализирующиеся на построении тестовых комплексов для конкретных изделий. Обычно такая фирма изучает требования заказчика, комплектует стойку всем необходимым оборудованием и пишет ПО для прогона всех проверок, создает контактные приспособления.

А вообще, функциональный тест, если его описывать в других категориях, — это проверка работоспособности изделия и выполнения заданных функций, а также обеспечения заявленных в документации на изделие характеристик. И каким бы подробным не оказался функциональный тест, он не указывает на дефекты (их местоположение, тип и т.п.). Этим занимается другой тип контроля — структурный тест, к которому отно-



A



B

3 Контроллер периферийного сканирования JT37x7 DataBlaster в разных исполнениях: A JT37x7/TSI, B JT37x7/PXI

сится и внутрисхемное тестирование, и периферийное сканирование. Именно это является основной причиной необходимости интеграции функциональных тестеров и периферийного сканирования. Структурный тест необходим, но не всегда бывает удобно организовывать для него отдельное рабочее место и операции, особенно если производство — крупносерийное. Но, как следует из вышесказанного, различия в самих функциональных тестерах делают различными и механизмы интеграции для каждого конкретного случая.

Предположим, что наши приложения как для тестирования, так и программирования разработаны и отлажены в среде JTAG ProVision. Помимо запуска их с помощью автономной станции существует и множество других вариантов.

Самый простой пример, когда на производстве для функционального контроля используется оборудование National Instruments. Компания JTAG Technologies создала пакеты интеграции JTAG-тестов в программное обеспечение LabView и TestStand. Нужно отметить, что это не просто драйверы работы JTAG-контроллера под управлением данного ПО, а наборы библиотек, позволяющих использовать процедуры, разработанные в JTAG ProVision, и результаты их выполнения в общих алгоритмах функционального тестирования. При установке на компьютер пакета интеграции устанавливается также и набор виртуальных инструментов (VI, Virtual Instruments). С их помощью пользователь может из LabView контролировать установки контроллера

периферийного сканирования (напряжения, частоты ТСК и т.д.), выполнять в данной среде тесты, приложения для программирования флэш и ПЛИС, обрабатывать и выводить результаты тестирования и диагностические сообщения о местоположении дефектов.

Что это дает? Очевидно, что используя, например, LabView в более широких целях, мы имеем возможность создать одну тестовую программу, управляющую целым комплексом, который может состоять из различного оборудования, начиная от анализатора цепей и заканчивая контроллером периферийного сканирования. Поэтому для тестируемого изделия можно провести весь необходимый арсенал проверок: от измерения КСВН радиочасти до тестирования цифровой части и программирования флэш.

Аналогичным образом работает и интеграция в другие программные средства. Существуют драйверы для работы приложений ProVision в программах, написанных на C++ и Visual Basic, в TestStand от National Instruments и других средах.

Контроллеры периферийного сканирования рис 3 часто выпускаются в виде карт PXI и PXIe рис 3 в. Очевидно, что делается это для того, чтобы использовать их в составе функциональных тестеров на базе PXI-шасси. Однако это не означает, что интеграция приложений периферийного сканирования в LabView или TestStand будет работать только с такими контроллерами. Эти программы могут взаимодействовать с любыми контроллерами, в том числе и с теми, что используются



4
Контроллер JT37x7/RMI

в автономной станции (например, настольными).

Выбор контроллера, используемого при интеграции, зависит от многих факторов, и здесь нужно учесть некоторые моменты. Даже если у вас используется шасси с приборами PXI для функционального тестирования, и вы задумываетесь о запуске тестов ProVision в LabView или TestStand, то JTAG-контроллер PXI — хотя и элегантное, но не всегда лучшее решение. Недостаток такого решения в том, что вы оказываетесь «привязаны» к стойке. Если выбрать аналогичный контроллер, но в настольном исполнении рис 3 А, то можно использовать его, подключив к стойке PXI, и вместе с обычным ПК, где установлен JTAG ProVision. А вот контроллер в форм-факторе PXI будет трудно подключить к любому ПК. Если, к примеру, шасси PXI монтируется в 19-дюймовую стойку, то самым логичным вариантом будет использование контроллера JT37x7/RMI рис 4, имеющего высоту 1U. Преимущество же контроллера в формате PXI — это удобное решение для мобильных стендов диагностики, где не очень удобно носить с места на место (или даже к заказчику) большой парк отдельных приборов.

Пакеты интеграции тестов и приложений для программирования в функциональные тестеры называются общей аббревиатурой PIP (Production Integration Packages) и представляют собой программные пакеты, содержащие драйверы, утилиты или виртуальные инструменты. Для данных пакетов отсутствуют аппаратные средства интеграции, как для ICT-тестеров или

установок с летающими щупами, где JTAG-сигналы нужно проводить еще и через сами тестеры.

Еще один совет. Не следует гадать, что же выбрать: интеграцию в функциональный тестер или отдельную автономную станцию для запуска приложений периферийного сканирования. Задача интеграции, что называется, сама вас «найдет». Обычно интеграция — это необходимость, которая диктуется условиями производства. Если такой задачи не стоит, то смело выбирайте автономную станцию. □

В следующем номере мы расскажем об интеграции периферийного сканирования во внутрисхемные тестеры и установки с летающими щупами, а также расширенных опциях программно-аппаратных средств периферийного сканирования, полезных для производственных нужд.

КАЧЕСТВО

От складского учета — к прослеживаемости в производстве

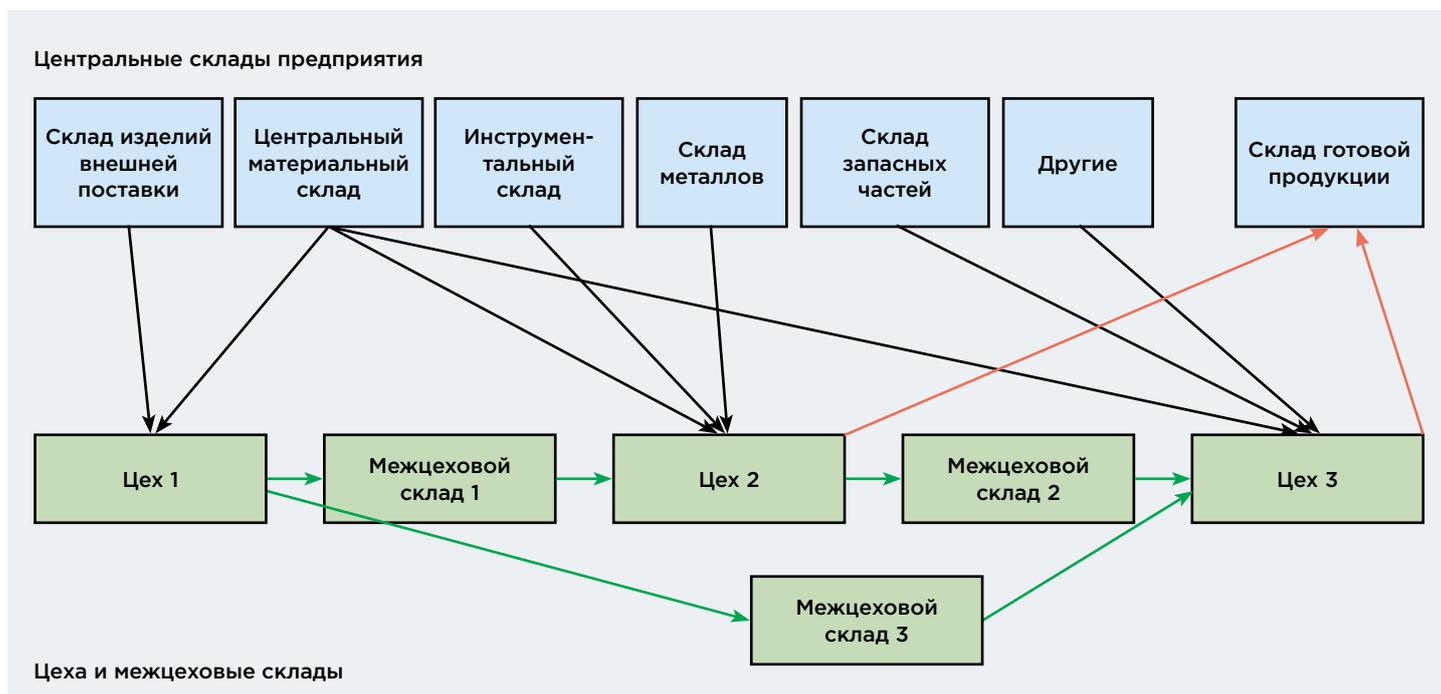


Текст: **Дмитрий Ублинский**



Автоматизация складского учета — одна из наиболее продвинутых сфер внедрения информационных технологий на современных предприятиях. Это связано и с исторически сложившимся характером внедрения компьютерной техники, и финансовой значимостью автоматизированного учета материальных ценностей, и интеграцией с почти повсеместно используемыми автоматизированными системами бухгалтерского учета. С другой стороны, важнейшее требование к системе обеспечения прослеживаемости в производстве — обеспечение однозначного определения местонахождения изделия, комплектующего или материала в любой момент времени.

Даже у непосвященного читателя может возникнуть мысль об аналогии или хотя бы схожести задач этих двух систем. И в этом, действительно, есть значительная доля истины. В статье мы постараемся провести логическую и информационную связь между процессами учета и прослеживания в производстве.



1
Типовая схема складских движений на производственном предприятии

Складской учет в масштабах предприятия

Складской учет на производственном предприятии является центром взаимодействия почти всех его подразделений, как производственных, так и административно-хозяйственных. Основная задача складского учета — контроль наличия, сохранности и местонахождения товарно-материальных ценностей (ТМЦ), а также их перемещения с помощью регистрации документов движения. Складской учет неразрывно связан с бухгалтерским учетом материально-производственных запасов.

Основными объектами складского учета на производственном предприятии являются:

- комплектующие изделия и материалы внешней поставки, входящие в состав конечных изделий;
- полуфабрикаты при межцеховых перемещениях;
- готовые изделия;
- технологическая оснастка и оборудование, участвующие в технологических процессах;
- ТМЦ непромышленного (или вспомогательно-го) назначения.

Для реализации задачи непосредственно хранения в структуру предприятия входит ряд складов, которые делятся на различные группы по типам ТМЦ, назначению (материальные, внутрипроизводственные, готовой продукции), подчиненности различным службам предприятия. В данной статье нас будет интересовать не процесс организации работы складов, а только формальная сторона складских перемещений и связанные с ними документы.

На рис. 1 показана схема складов и движение ТМЦ между ними.

В складском движении участвуют подразделения, относящиеся к нескольким группам:

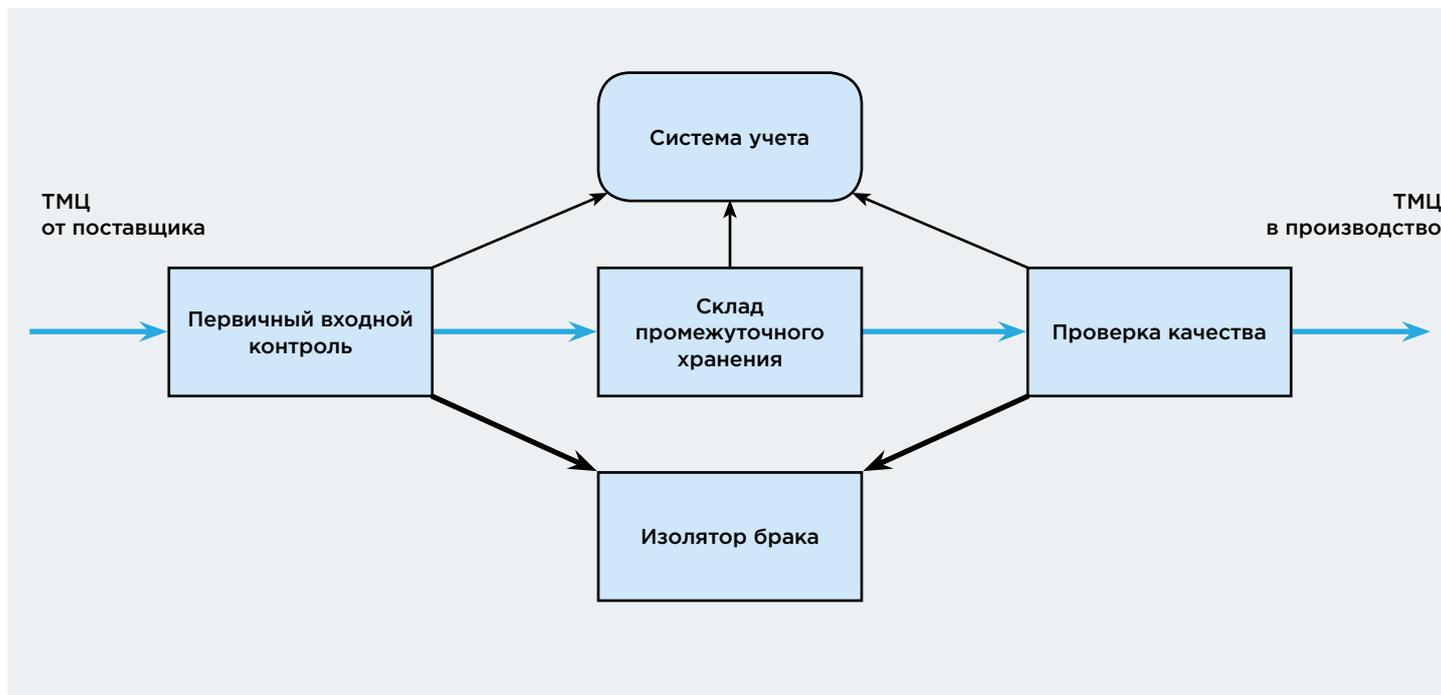
- центральные склады службы материально-технического обеспечения;
- центральные склады других служб (главного механика, главного инженера и др.);
- склад (или склады) готовой продукции;
- склады отходов и брака;
- склады межцеховых перемещений;
- другие, вспомогательного назначения.

В складском движении предприятия производственного профиля основные направления перемещений, это: с центральных складов — в производственные цеха, между цехами, из цехов на склад готовой продукции. В первом случае перемещаются сырье, комплектующие изделия и материалы, во втором — полуфабрикаты, в третьем — конечные изделия.

Наиболее важные документы для регистрации складских движений (в скобках указаны наименования унифицированных форм):

Карточка учета (М-17) — главный документ, в котором регистрируются все движения для каждой номенклатурной единицы. Записи в карточке ведутся материально-ответственным работником на основании первичных приходно-расходных документов в день совершения операции.

Приходный ордер (М-4) — используется для уче-



2
Схема входного контроля

та материальных ценностей, поступающих от поставщиков или из переработки.

Накладная на отпуск на сторону (М-15) — предназначена для учета отпуска материальных ценностей хозяйствам своей организации, находящимся за пределами ее территории, или сторонним организациям.

Требование-накладная (М-11) — документ для учета движения материальных ценностей внутри организации. Используется для оформления межскладских перемещений, выдачи ТМЦ в производство и возврата неизрасходованных ТМЦ на склад.

Лимитно-заборная карта (М-8) — применяется при наличии лимитов отпуска материалов для оформления отпуска и является оправдательным документом для списания материальных ценностей со склада. Обычно используется при непрерывном серийном или массовом характере производственного процесса.

Основные перемещения ТМЦ, связанные с выпуском продукции, можно свести к следующим:

- комплектующих изделий, сборочных единиц и материалов непосредственно на производственные участки;
- полуфабрикатов между производственными цехами;
- готовой продукции на склад отгрузки потребителю.

В первом случае поставщиками выступают склады службы снабжения, во втором и третьем — промежуточные межцеховые склады или сами цеха.

Входной контроль. Вся продукция, поступившая от поставщиков и предназначенная для использования в производстве, должна пройти входной контроль.

До проведения входного контроля поступившую продукцию необходимо хранить отдельно от уже прошедшей эту процедуру. Забракованные при проведении входного контроля изделия также подлежат отдельному хранению. Эти требования должны быть обеспечены в организации складского учета. В складских документах должны присутствовать отметки обо всех параметрах каждой поставки и подробных результатах входного контроля для дальнейшего обеспечения прослеживаемости применяемых изделий.

Входной контроль рис 2 может быть разделен на два этапа:

1. Визуальная проверка соответствия сопроводительным документам по количеству и внешним признакам, сроку годности, целостности упаковки.
2. Проверка специальных свойств: технические параметры, химический состав и т. п.

Первый этап проводится на первичном складе непосредственно при приемке складскими работниками. Для проведения второго этапа требуется участие квалифицированных специалистов и использование тех или иных технических средств.

Результаты входного контроля также используются (в соответствии с требованиями системы качества на производстве) для квалификационной оценки качества продукции поставщиков.

Сборочное приборное производство имеет свои особенности, которые накладывают дополнительные требования к организации складского учета:

- высокая доля покупных ТМЦ (и по количеству, и по стоимости) в общем составе спецификации выпускаемых изделий;



3
Схема организации учета в производстве (цех)

- широкая номенклатура используемых комплектующих изделий и материалов;
- специальные требования к условиям хранения и соблюдению сроков годности;
- принципиальная важность поставки компонентов в определенном типе упаковки;
- запрет на вскрытие герметичных упаковок до момента использования;
- зачастую невозможность передачи со склада на склад и в производство неполными упаковками;
- принципиальная важность проведения входного контроля второго уровня, в том числе сплошного;
- требования к ведению учета драгметаллов.

На схеме рис 1 мы рассмотрели складские перемещения только за пределами цехов или участков. Чтобы контролировать местонахождение ТМЦ внутри них, также необходимы механизмы учета. И эти механизмы имеют свою специфику.

Учет ТМЦ внутри производственных подразделений обычно называют производственным учетом или учетом в производстве.

Внедрение учета в производстве — первый этап прослеживания

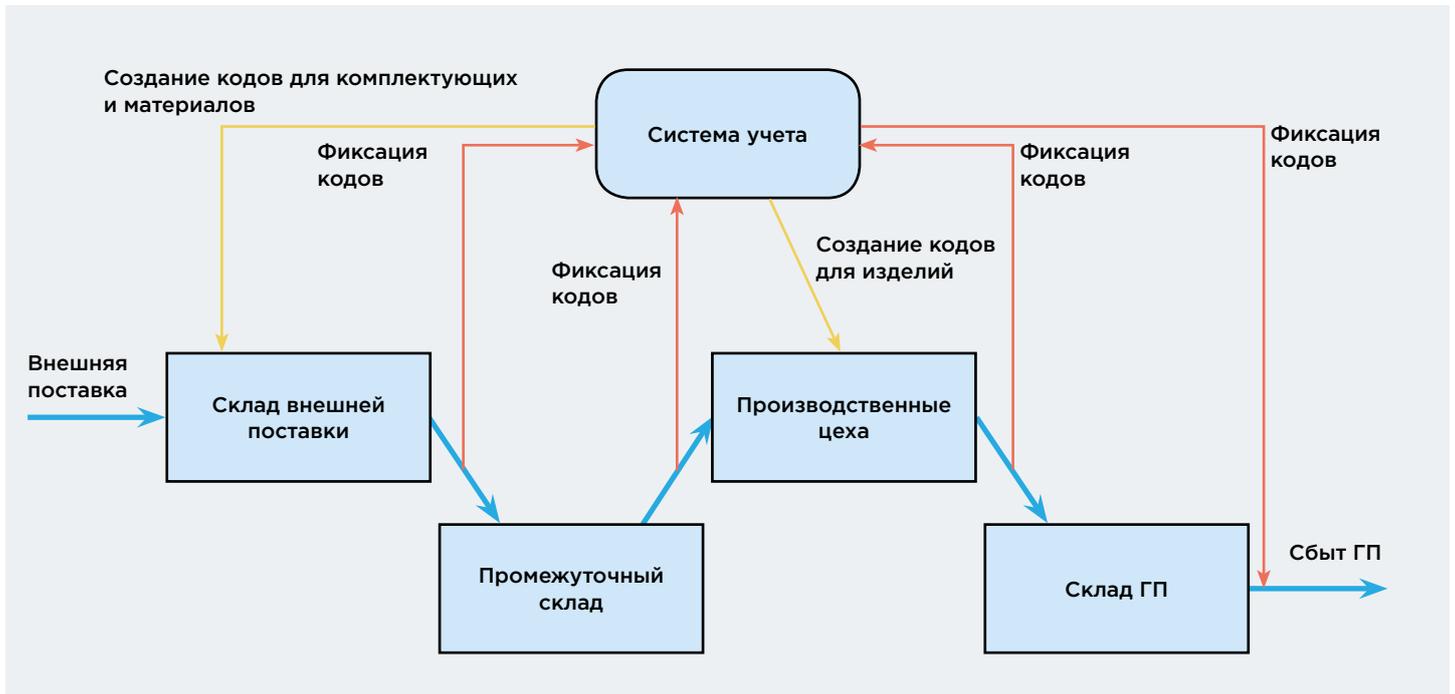
Учет в производстве — низовой уровень системы общезаводского учета ТМЦ. Основная цель этого учета заключается в поддержании актуальных данных о запасах сырья и материалов, издержках производства, себестоимости продукции, запасах полуфабрикатов и сроков

возможного получения готовой продукции. Данные производственного учета позволяют оперативно корректировать производственные планы и задания для служб снабжения предприятия.

Существенное отличие производственного учета от «простого» складского учета состоит в том, что в нем происходит списание ТМЦ со склада на производство, а затем создается готовая продукция, в стоимость которой включается стоимость списанных ранее ТМЦ. Этот процесс проводится по определенным правилам, как с точки зрения бухгалтерского учета, так и со стороны технологии производства. С точки зрения технологии важны состав изделия и прохождение последовательности технологических операций. Эти аспекты определяются соответствующими конструкторскими и технологическими документами.

Кроме этого существует еще одна особенность производственного учета — так называемое незавершенное производство. Это совокупность ТМЦ, которые уже были списаны в производство, но еще не стали готовой продукцией. Для приборного производства стоимость исходных комплектующих и материалов может существенно превышать стоимость работ, это ужесточает требования к контролю незавершенного производства. Ни для кого не секрет, что контроль незавершенного производства на современном предприятии зачастую превращается в большую управленческую проблему.

Учет в производстве охватывает следующие места хранения в цехе рис 3: кладовые (склады) для комплектующих изделий и готовой продукции, кладовые межоперационного хранения, рабочие места.



4

Прослеживание ТМЦ с помощью их идентификации

ОСНОВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧЕТА

Накладные на получение и передачу ТМЦ между кладовыми цеха и межцеховыми накладными. Это документы внешних движений ТМЦ.

Комплектовочные карты (лимитно-заборные карты) — документы для списания ТМЦ на состав выпускаемого изделия. Создаются при передаче ТМЦ на рабочие места вместе с выдачей нарядов.

Наряды на выполнение работ в цехе — документ, выдаваемый работнику для учета характера и объема выполняемой работы. Данный документ определяет ответственность за качество выполненной работы и является основанием для ее оплаты.

Производственный учет также требует наличия информации о перемещении между производственными участками и отдельными рабочими местами. Эту информацию можно получить, учитывая выданные наряды на выполнение работ, которые привязывают ТМЦ к конкретным рабочим местам и работникам. Здесь решается задача фиксации местонахождения ТМЦ и ответственного лица: куда перемещены ТМЦ (рабочее место) и кому (исполнитель работ, кто отвечает за сохранность). По своей сути — это уже и есть механизм прослеживания изделий и их составных частей. При учете изделий по номерам необходима фиксация номеров каждого изделия в нарядах.

Формирование нарядов проводится в соответствии с производственными заказами, спускаемыми от служб планирования, и технологическими процессами на изготавливаемые изделия. Поскольку за рабочим местом закреплена определенная функция в технологической

цепочке, в системе учета появляется информация о статусе каждого изделия (или партии — в зависимости от способа учета) в каждый момент времени.

При выдаче наряда на сборочные операции также фиксируются комплектующие изделия и материалы, которые будут в них использованы. Это позволяет (одновременно с учетом их местонахождения) проследить вхождение конкретных партий ТМЦ в состав изделий.

Другие аспекты принципа прослеживаемости

Нужно сразу провести разделительную черту — даже описанная выше детальная система учета в производстве не является в полноценном виде системой прослеживания, а лишь частично осуществляет ее техническую и информационную поддержку. Наличие механизмов решения (информационных и технических) обозначенных выше задач — это только основа системы прослеживания продукции.

Для обеспечения полнофункциональной прослеживаемости необходима идентификация каждого изделия и каждой из его составных частей. Идентификация начинается с присвоения каждой ТМЦ или партии ТМЦ уникального номера, по значению которого можно в любой момент времени определить, о каком ТМЦ идет речь.

Для обеспечения связи идентификационного номера с самой ТМЦ необходимо наносить метки с номерами на сами изделия (например, с помощью технологии штрихкодирования).

Система прослеживаемости предполагает знание предыстории каждого полуфабриката и комплектующего изделия, используемого в составе конечной продукции. Для обеспечения связи поставляемых ТМЦ с документами поставки на складах должен быть организован партионный способ учета: ведется индивидуально для каждой партии поставки, то есть ТМЦ одного наименования, поступившего по одному приходному документу. Для этого проводится кодирование партий изделий внешней поставки в момент получения на первый склад предприятия с последующим нанесением штрихкодовых этикеток на упаковки РИС 4.

Коды меток изделий и их составных частей также должны отражаться и во всех документах складских движений.

Другими словами, механизм регистрации предыстории ТМЦ накладывает определенные дополнительные требования на технологию всего складского учета, начиная с получения ТМЦ от поставщиков на первичный склад предприятия и заканчивая отгрузкой готовой продукции.

Есть и другие, более сложные составляющие системы прослеживаемости:

- контроль применяемой в производстве технической документации (должна точно соответствовать модификации выпускаемого изделия);
- контроль примененных составных частей изделий и материалов на их соответствие документации;
- контроль последовательности выполнений технологических операций;
- учет используемых приборов и оснастки (соответствие технологическим требованиям, метрологическим характеристикам);
- правильность использования технологического оборудования (соответствие управляющих программ, технологических режимов);
- выявление и фиксация несоответствий на контрольных операциях;
- формирование технологических паспортов изделий.

Это предполагает наличие в системе учета программных и аппаратных средств сбора и фиксации дополнительных данных на каждой технологической операции.

**Организация прослеживаемости в приборном производстве — одно из важнейших требований к современному производственному процессу. Переход к внедрению принципов прослеживаемости может происходить, базируясь на имеющихся на предприятии системах складского учета и учета выполнения работ. Информационная система, обеспечивающая принципы прослеживаемости, должна являться логическим развитием и совершенствованием их механизмов. **

ОПТИМИЗАЦИЯ

Автоматизация склада комплектующих: вопросы и ответы



Текст: **Андрей Мазалов**



В современных условиях перед предприятиями электронной промышленности ставятся задачи повышения производительности, модернизации производства, выпуска современных конкурентоспособных изделий, и одновременно встает важный вопрос экономии и оптимизации затрат. С чего начинать оптимизацию: планирование, производство, закупки, склад, где искать скрытые ресурсы на достижение поставленных целей? Как на каждом из этапов обеспечить максимальную эффективность, увеличить производительность, используя имеющиеся средства?



1
Хранение крупного габаритного груза

У предприятий существуют «скрытые или не учтенные ресурсы», на каждом из этапов производства можно найти необходимый потенциал. Руководители предприятия и его подразделений, получив долгожданный большой заказ, сразу сталкиваются с вопросом: можно ли в полном объеме и вовремя его реализовать, достаточно ли для этого ресурсов, что придется «срочно закупать», модернизировать?

Давайте на примере работы склада комплектации и отдела закупок разберемся, как можно увеличить производительность, сократить издержки, сделать работу более эффективной, а также посмотрим, как должен выглядеть современный склад.

Что такое WMS система и зачем она нужна?

Что, в первую очередь, необходимо для принятия решений? Информация. Да, именно объективная и оперативная информация: что есть на складе, в каких объемах, каковы сроки поставки и хватает ли складских мощностей для обеспечения производства. Может ли склад оперативно предоставить нужные данные? В большинстве случаев, к сожалению, нет, или эта информация



2
Универсальные разделители



3 Комплектация с использованием терминала сбора данных



4 Адресное хранение в универсальных контейнерах

не будет актуальной. В чем причина? Устаревшие методы учета и отсутствие автоматизированных средств учета и идентификации — первое слабое место склада. О недостатках «бумажной системы учета» смысла говорить нет, а вот о плюсах автоматизированной системы — необходимо.

Представим себе, что на склад невозможно положить или забрать ТМЦ без их учета в специализированной системе складского учета (Warehouse Management System — WMS). Следовательно, погрешности/ошиб-

ки учета минимальны и информация о материальных остатках всегда актуальна.

Первый и самый главный принцип склада — у каждой вещи свое место — «Адресное хранение». Все автоматизированные системы хранения: полки, ящики, стеллажи (места хранения) должны быть учтены и промаркированы (штрихкодирование каждой ячейки хранения).

Современные автоматизированные системы хранения рис 1, рис 2 ограничивают доступ к ТМЦ: система не привезет полку без идентификации пользователя и продукции, следовательно, все операции и перемещения учтены, обеспечена сохранность.

Благодаря учету операций склада всегда можно получить информацию о наличии товара, обеспечив своевременную закупку и поступление необходимых изделий на склад. В этом поможет специализированная складская система управления (WMS) — «мозг» склада, выполняющий учет всех складских операций и предоставляющий необходимые данные, без ее внедрения развитие современного склада невозможно.

Обзору предлагаемых WMS решений, их функционалу, классификации, платформам и поставщикам будет посвящена отдельная статья в следующих номерах журнала.

Номенклатур — все больше, а свободных площадей все меньше

Информация со склада получена своевременно и в полном объеме, все операции склада учтены и на их основе можно принимать необходимые решения. Теперь самое время разобраться, как можно увечить производительность склада и обеспечить оптимальное размещение товаров.

Склады комплектации — это, в большинстве случаев, небольшие офисные помещения до 20 кв.м с высотой потолков не более 3-4 м. Как на таком ограниченном пространстве разместить 10 000 наименований и 100 000 единиц, как свести ошибки при комплектации к минимуму?

Использование стеллажей в данном случае неэффективно, т.к. их высота не превышает двух метров, следовательно, не используется практически половина свободной высоты помещения. Если в складском помещении высота потолка более четырех метров, то сразу возникает вопрос обработки груза на высоте с помощью дорогостоящего подъемно-транспортного оборудования. Получается, что для того, чтобы разместить определенный объем товара в помещении, надо расставить стеллажи и приобрести специальную складскую технику. Обработка груза будет занимать продолжительное время и потребует занятости не одного оператора, а нескольких.

Сколько времени тратит оператор на проходы между стеллажами и поиск необходимых компонентов? Даже

при незначительной площади «ежедневный пробег» оператора может составить несколько километров. Задумайтесь о потерянном времени, неэффективном использовании человеческого ресурса, пересчитайте материальные затраты.

Как этого избежать?

Главный принцип современных складских технологий — «goods to man» или «товар к человеку», реализован в автоматизированных системах хранения рис 3, рис 4. Оператор находится перед «автоматизированным шкафом» и работает в окне доступа, находясь на одном месте или с минимальным передвижением между системами хранения рис 9. Полка или поддон с товаром рис 5, необходимым для выемки или размещения, автоматически перемещается в рабочую зону оператора после нажатия нужной клавиши.

Прежде чем рассматривать тему автоматизации склада комплектации, ответим на самые распространенные вопросы об автоматизированных системах хранения.

Какие бывают системы хранения?

В зависимости от типа движения полок или поддонов с грузом системы складирования подразделяются на карусельные и лифтовые.



5
Хранение крепежа

В каких отраслях применяются автоматизированные системы хранения?

Радиоэлектроника, авиация и автомобилестроение, пищевая, оборонная, химическая промышленность, металлургия, фармацевтика рис 6, нефте- и газодобыча, любая отрасль, имеющая крупный склад со значительным количеством подборов — во всех этих отраслях склад может быть оснащен автоматизированными системами.

Какой может быть нагрузка на полку?

В зависимости от типов системы и предлагаемых разными производителями решений нагрузка на полку, палету, лоток или поддон может варьироваться от 100 кг до нескольких тонн.



6
Автоматизированная система хранения с возможностью поддержания климатических условий



7

Двухэтажный склад с подвальным помещением

Какие существуют решения и конфигурации?

Портфель решений и размеров ограничен только задачами заказчика. Это могут быть отдельно стоящие шкафы с заданными размерами или полностью автоматизированные линии, вписанные в габариты.

Что можно хранить в таких системах?

От радиодеталей и комплектующих маленького размера, бумажных архивов до листового проката и крупногабаритных и тяжелых изделий.

Какие бывают специализированные решения?

Существуют специальные системы с возможностью поддержания и регулировки температурных параметров и влажности; системы в антистатическом исполнении, работающие при отрицательных и повышенных температурах; решения, предназначенные для хранения элементов маленького размера и компонентной базы с возможностью интеграции дополнительного оборудования РИС 7, РИС 8.



8

Склад мотоцичного производства

Вернемся к складу комплектации и ответим на самый главный вопрос: зачем нужна автоматизация склада?

Благодаря автоматизированным складским системам можно экономить до 80% общей площади склада, увеличивать производительность в десятки раз. Максимальная производительность оператора без использования автоматизированной системы управления складом и «автоматизированного шкафа» составляет до 1000 строк подбора в час, при внедрении полной автоматизации этот показатель может достигать 2500–3000 строк, работа оператора фактически превращается в конвейерную.

Как избежать ошибок при подборе и комплектации?

Необходимо свести работу оператора/комплектовщика к выполнению простых операций, не требующих длительного времени для принятия решения, обеспечить четкий регламент работ, разделить операции приемки товара, подбора и закладки. Обязательно чередование операций, так как после часа выполнения однотипных действий наступает естественная утомляемость, и оператор с одного вида работ должен переключиться на другой.

Как можно рассчитать эффективность работы склада и окупаемость складского оборудования?

Это непростой вопрос, для ответа на который требуется учесть следующие параметры: занимаемые площади, количество персонала, его производительность, стоимость и количество ошибок до и после модернизации. Можно обратиться в специализированную инженеринговую организацию для расчета эффективности работы склада.

Как повысить производительность и сократить ошибки склада?

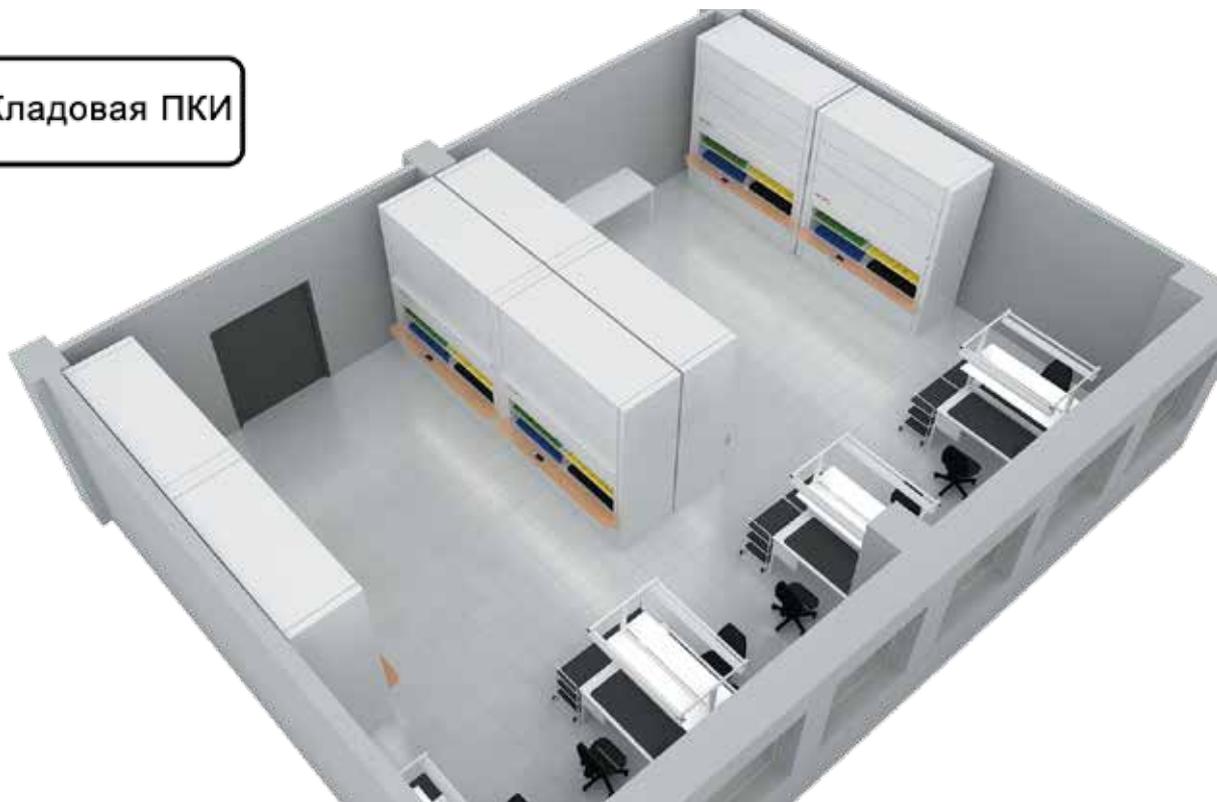
Первый шаг — внедрение автоматических средств идентификации товаров (штрихкодирование или RFID), регламентация каждой складской операции и их опе-

ративный учет. Второй — внедрение сдельной оплаты труда, мотивационная схема, связанная с ключевыми показателями работы склада (количество подборов, ошибок и т. д.). Здесь важна индивидуальная ответственность каждого оператора. Третий шаг — оперативный контроль выполнения плановых показателей и их постоянная корректировка.

Какие еще есть решения, позволяющие увеличить производительность склада?

Увеличить производительность склада можно с помощью подсказок оператору/комплектовщику о том, какое количество единиц и где ему надо скомплектовать, не тратя время на перемещение между местами хранения. Для этого существуют системы «pick by light» и «pick by voice». Как следует из названий, «технология подбора по свету» с помощью световых индикаторов подсказывает оператору, где и какое количество единиц товара надо собрать; «технология подбора по голосу» для указания мест хранения и количества необходимых товаров использует звук. Обе системы позволяют оператору быстро находить нужную продукцию, сокращая ошибки за счет точного указания адреса хранения и количества единиц на подбор. Эти системы могут использоваться совместно с системами идентификации или без них.

Кладовая ПКИ





Сравнение технологий штрихкодирования и RFID

Характеристика технологии	Штрихкод	RFID
Скорость считывания информации	Медленно	Быстро
Многokратность использования метки	Невозможно	Возможно
Идентификация движущихся объектов	Сложно	Легко
Необходимость прямой видимости метки	Есть	Нет
Одновременная идентификация нескольких объектов	Невозможно	Возможно
Стоимость	Низкая	Высокая
Расположение метки	Любое	Любое
Интеллектуальное поведение	Невозможно. Выступает как средство хранения данных	Возможно. Метка программируема, многофункциональна
Безопасность	Низкая степень. Легко подделывается	Высокая степень
Объем хранения данных	Маленький	Большой

Какие существуют технологии автоматической идентификации и в чем их различия?

Штрихкодирование — это нанесение на товар или груз числового кода (метки штрихкода), который можно считывать с помощью сканера. Штрихкод составляется по разным стандартам, он может содержать определенное число (код), служащее для однозначной идентификации промаркированного объекта. Отличительной особенностью способа является обязательный визуальный контакт считывателя и метки, невозможность идентификации нескольких объектов одновременно.

RFID технология — способ идентификации объектов при помощи маркера микрочипа с микроантенной, передающей радиочастотный сигнал. В отличие от штрихкодирования считыватель RFID метки не требует ее прямой видимости и поштучного доступа к объектам учета. Это позволяет вести учет товарных единиц в сборке, упрощает и ускоряет процесс отгрузки и приемки товаров, поскольку дает возможность считывать информацию единоразово с больших партий товаров. Также с помощью этой технологии возможен автоматический поиск объекта на складе, изменение и дополнение информации об объекте.

Модернизация склада: с чего начинать?

Начинать нужно со сбора статистической информации по отгрузкам и комплектациям за предыдущий период, массогабаритным характеристикам хранимых ТМЦ, строительной информации: планировки помещений и расчетных нагрузок на перекрытия. Планируемые показатели склада после модернизации: минимальный и максимальный объем хранения, производительность.

Что необходимо сделать, чтобы новое оборудование и системы заработали на 100% эффективно?

Четкая регламентация всех складских процессов, поэтапное внедрение новых технологий и игровая адаптация персонала к работе с новыми технологиями — вот ключ к успешному внедрению. На этапе внедрения задача интегратора заключается в том, чтобы максимально быстро обучить персонал работать, устранять ошибки, минимизировать потери и их последствия.

Без использования комплексного подхода к работе складского хозяйства и его переоснащению современными инструментами склады комплектации будут оставаться слабым местом производства, тормозящим его развитие, якорем, не позволяющим своевременно выполнять заказы, черной дырой в бюджете предприятия и складом неликвидной продукции.

Автоматизировав склад, мы получим эффективный инструмент, позволяющий предприятию перейти к управлению запасами и закупкам строго необходимых комплектующих в концепции бережливого производства, обеспечивающий своевременную и безошибочную поставку необходимых комплектующих точно в срок и предоставляющий всю необходимую для принятия решений информацию. 

Т 2

Пример расчета экономического эффекта от внедрения автоматизации складского хозяйства

Наименование	
Используемые площади	
Стоимость 1 м ²	15 000,00
Используемая площадь «До»	250
Используемая площадь «После»	30
Производительность	
Количество часов в смене	8
Ежегодное количество дней	247
Стоимость 1 часа специалиста	80,00
Время подбора «До» (сек)	300
Время подбора «После» (сек)	35
Ежедневная норма подбора	200
Время загрузки «До» (сек)	1 800
Время загрузки «После» (сек)	600
Ежедневная норма загрузки	100
«Человеческий» фактор	
Стоимость ошибки	10,00
Ежегодное количество задач	74 100
Ошибка «До»	0,50%
Ошибка «После»	0,10%
Стоимость оборудования	10 000 000,00

	До преобразований	После преобразований	Экономия	
Итого по используемой площади	250	30	-88%	
	3 750 000,00	450 000,00	-3 300 000,00	Моментальная экономия
Экономия персонала	8	2	-6	
	1 317 333,33	367 755,56	-949 577,78	Ежегодная экономия
Операторы комплектации	2	0	-2	
	329 333,33	38 422,22	-290 911,11	
Операторы загрузки	6	2	-4	
	988 000,00	329 333,33	-658 666,67	
Итого стоимость ошибок	3 705	741	-2 964,00	Ежегодная экономия
Экономия основных средств			-4 252 541,78	
Окупаемость (мес)			28,2	

Кодировка и сканирование информации



Текст: **Олег Смагин**



Все началось с жевательной резинки Wrigley's, проданной 26 июня 1974 года в 08.01 утра, которая теперь хранится в музее Смитсоновского института — она стала первым товаром с одномерным штрихкодом. И это был первый шаг в создании глобальной системы идентификации и графического кодирования информации. Спустя 40 лет штрихкоды уже являются неотъемлемым элементом всей современной промышленности, транспортной логистики, торговли.





1 Полиимидная термостойкая этикетка с примером текстовой и штрихкодированной информации

Основное назначение штрихкода — обеспечить надежное и быстрое автоматическое считывание цифровой и буквенной информации с изделия с помощью технических средств, т.к. контрастный шифр из темных и светлых полей для машинного распознавания проще, чем символьный рис 1.

Сегодня одномерный штрихкод эволюционировал до двумерного матричного кода, что позволяет записывать значительное количество информации на небольшой площади.

Использование кодовых изображений в приборном производстве позволяет наносить на компоненты, комплектующие и материалы (ККМ), поступающие на предприятие, первичную информацию о производителе, названии ККМ, дате производства, партии и т. д., т.е. всю информацию, которая может потребоваться в процессе производства. Также изделия получают уникальные признаки, с помощью которых можно отследить весь жизненный цикл производства изделия и «вспомнить» его при необходимости проведения ремонтных или регламентных работ. Тем самым, кодовое изображение становится полноправным средством производства, входящим в состав системы прослеживаемости производственных процессов и позволяющим значительно сократить производственные и временные затраты, отстроить равномерность и цикличность процессов производства, уменьшить межоперационную пролежываемость, выявить «узкие» места, персонализировать ответственность сотрудников за качество произведенной продукции. Естественно, вся система кодирования, сканирования и распознавания кодовых изображений должна быть встроена в единую систему управления, например, в цифровую систему управления приборным производством «Логос».

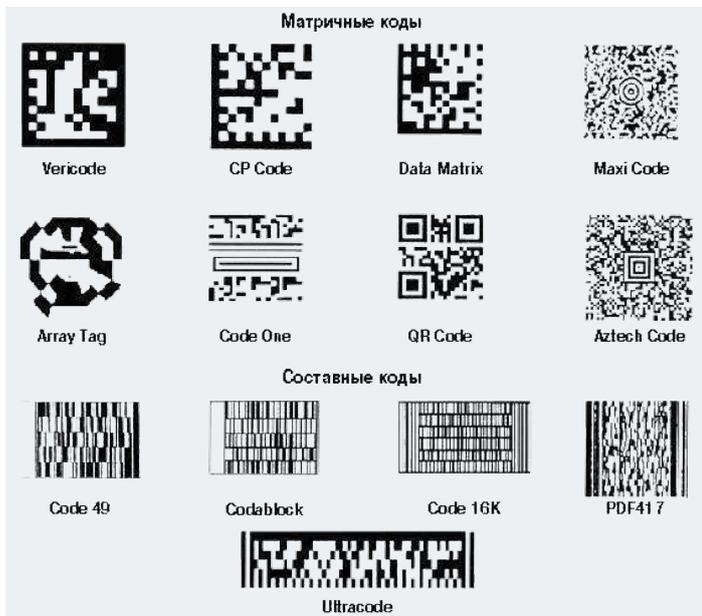
Виды кодировок

1D КОД

Одномерные кодовые изображения существуют для различных нужд многих отраслей промышленности. UPC-A-код часто встречается на потребительском рынке: код хорошо подходит для пищевых коробок, промышленные приложения для управления складами используют Код 39 и код 128, а также Interleaved 2 из 5. Codabar обычно используется в системах здравоохранения и библиотек, Pharmacode и GS1 Databar — в фармацевтической промышленности. POSTNET, PLANET коды и IMB (интеллектуальный почтовый штрихкод) применяются почтовыми системами. Примеры некоторых кодов показаны на рис 2.



2 Примеры одномерных кодовых изображений



3

Виды 2D кодов

Сложные или составные символика типа PDF417 широко используются для управления складами и в ID картах (идентификационные карты, например, ISIC).

В России для шифрации небольших текстовых данных, артикулов или серийных номеров изделий используется система Code 128. Но ограниченное количество символов, всего 103, стало неудобным и потребовало применения двумерных кодов **рис 3**.

2-D КОД

Двухмерные коды имеют намного более высокую плотность данных. Например, Data Matrix код может содержать до 2 335 алфавитно-цифровых или 3 116 цифровых символов в одном коде и поддерживать 24 квадратных и 6 прямоугольных форматов, что позволяет использовать их практически на любой поверхности. При этом 2D коды компактнее традиционных штрихкодов, а современные алгоритмы дешифрации на базе кодов Рида-Соломона¹ позволяют успешно считывать даже поврежденную маркировку. Немаловажным преимуществом являются малые линейные размеры маркирующей этикетки, так как на плотно упакованной компонентами печатной плате не всегда есть свободное место под размещение идентификационных меток.

Виды сканеров

Сканеры кодовых изображений по способу применения делятся на ручные и стационарные автоматические с постоянным полем сканирования. По принципу действия сканирующего узла они бывают:

- CCD или светодиодные;
- лазерные;
- Image-based-сканеры или фото-сканеры, они же «сканеры изображения».

CCD-СКАНЕРЫ

Являются самыми доступными по цене, но имеют определенные недостатки, поэтому не получили широкого распространения:

- малая дальность считывания;
- малая площадь зоны сканирования;
- малая скорость сканирования.

ЛАЗЕРНЫЕ СКАНЕРЫ

Уверенно держат лидерство на рынке, среди их достоинств:

- высокая скорость сканирования;
- большая дальность считывания;
- уверенное сканирование поврежденных и мелких штрихкодов.

В качестве недостатков можно отметить:

- конструктивную сложность сканера, в т. ч. наличие подвижных частей;
- низкую ударостойкость;
- невозможность сканирования 2D кодов.

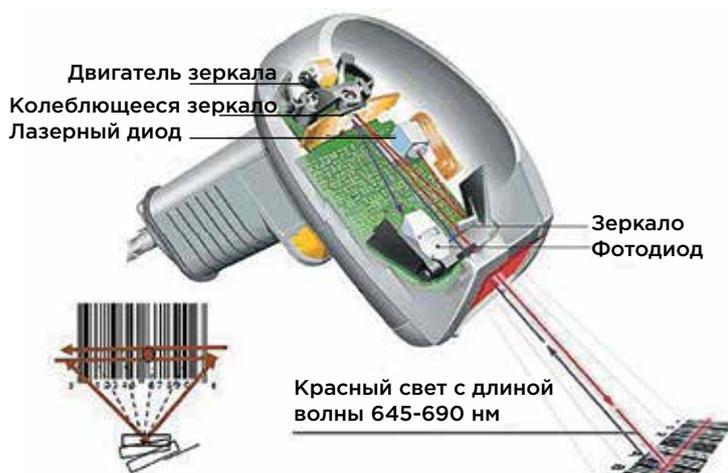
СКАНЕРЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Сканеры изображения — следующий шаг в технологии сканирования:

- сканирование 1D и 2D кодовых изображений;
- высокая скорость сканирования;
- устойчивость к вибрациям и падениям;
- отсутствие движущихся частей;
- возможность одновременного сканирования нескольких кодов.

Для сканеров изображения не имеет значения позиционирование кода относительно луча сканера, что значительно упрощает и ускоряет процесс сканирования.

¹ Коды Рида — Соломона (англ. Reed-Solomon codes) — не двоичные циклические коды, позволяющие исправлять ошибки в блоках данных



4 Принцип действия лазерного сканера

ния. Часто двумерные коды используются в сочетании с одномерными штрихкодами. Сканеры изображения могут считывать двумерные коды так же хорошо, как и одномерные штрихкоды. Сканеры изображения часто разрабатываются для считывания самых сложных двумерных кодов, непосредственно нанесенных на поверхность и также известных как DPM (direct part mark). Такие коды наносятся на упаковку (поверхность) с помощью лазерной гравировки, химического травления или ударного нанесения, создавая стойкий DPM код. Наличие «битых» ячеек и, как следствие, отсутствие части данных на различных поверхностях неизбежны в процессе нанесения. Однако двумерные коды, по своей сути, обеспечивают коррекцию ошибок, и даже поврежденные коды могут быть прочитаны усовершенствованными алгоритмами дешифрования.

Лазерные сканеры используют точечный источник света для освещения кодовых изображений рис 4.

У большинства лазерных сканеров световой луч развертывается в ширину сканируемого изображения с помощью вращающегося зеркала. При его перемещении по штрихкоду приемный фотоземлет получает отраженный свет и преобразует кодовое изображение в электрический сигнал. То есть сканер измеряет относительную ширину штрихов и пробелов и отправляет эти величины на компьютер или портативный терминал для дальнейшей обработки.

Лазерные сканеры могут читать одномерные (1D) коды с традиционно высокой контрастностью приложений, обеспечивая отличную производительность для высокоскоростного однонаправленного сканирования. Соединение нескольких лазеров с перекрещиванием полос сканирования позволяет создавать поле сканиро-

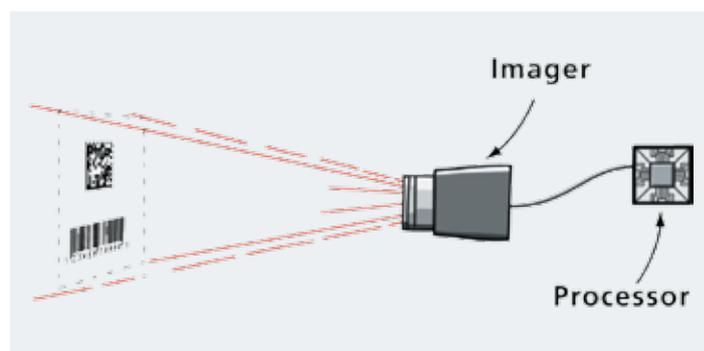
вания. Эти системы эффективно работают при постоянном контроле персонала, например, на кассах крупных торговых залов, но мало подходят для автоматизированных линий и промышленных условий эксплуатации.

Тем не менее, как уже было сказано выше, условия считывания далеко не идеальны, а размер раstra не бесконечен. К тому же все возрастающая потребность в количестве занесенной в кодовое изображение информации ведет к применению более сложных двумерных 2D кодов. Все это требует более жесткого подхода к системам считывания.

Хотя лазерные системы просты в установке, их использование не позволяет фиксировать изображение кода, что делает невозможным отслеживание ошибок и проверку достоверности сканирования. Также сложно установить причину неудачного считывания, поэтому оптимизация процесса практически невозможна. В конструкции лазерных сканеров применяются движущиеся части (вращающиеся или колеблющиеся зеркала), которые ограничивают среднее время безотказной работы оборудования и срока эксплуатации, предъявляют высокие требования к условиям эксплуатации.

В конструкцию сканеров изображения включены чувствительные компоненты, такие как КМОП (CMOS) и ПЗС (CCD) матрицы, а также цифровые процессоры обработки данных (DSP). Чувствительный элемент получает изображение, передает его процессору для распознавания и декодирования, далее сканирует следующее изображение, и цикл повторяется рис 5.

При работе с высококонтрастными 1D кодами система может достигать скорости чтения до нескольких десятков декодирований в секунду.



5 Принцип работы сканера изображения

Зона сканирования становится больше по мере удаления изображения от линзы, однако в таком случае каждый пиксель чувствительного элемента будет покрывать большую площадь изображения, соответственно, будет снижаться точность распознавания, а на некотором расстоянии сканер уже не сможет вообще распознать ячейки или модули кода.

Стандартные лазерные сканеры обычно проектируются для одной фокальной плоскости и ограниченной глубины резкости. Настройка системы требует выдержки фиксированных значений фокусного расстояния линзы, размера апертуры, яркости. Сканеры изображения обладают большей гибкостью применения и не требуют столь жесткого соблюдения условий эксплуатации и соблюдения глубины фокусировки. Компания Cognex, например, предлагает сканеры изображения, которые работают на основе технологии жидких линз с автофокусировкой, что позволяет пользователям легко изменять фокусное расстояние во время переналадки линии, тем самым уменьшая глубину резкости в области сканирования. Для автоматизированных линий поверхностного монтажа, где расстояние от сканера до плоскости платы на конвейере практически не меняется, данная технология не актуальна. Но если требуется уверенно считывать разновысотную маркировку изделий без постоянных переналадок, то подобные сканеры необходимы. Также бесспорным преимуществом сканеров изображения является нечувствительность к ориентации штрихкода — считывание происходит при любом угле поворота изображения. Программные средства оптимизируют такие параметры как яркость и контрастность изображения. Фотографии сканированных штрихкодов сохраняются, что позволяет при проверке возникшего сбоя или проведения настройки поднять историю сканирования и провести необходимые корректировки.

Сканировать и обрабатывать информацию на реальном производстве чаще всего приходится в самых разнообразных условиях. От сканера требуется обрабатывать широкий спектр ошибок (который неизбежно возникает в процессе производства и связан как с повреждением маркировки, так и отклонением позиционирования) и в 1D, и в 2D коде рис 6.

Три ключевых параметра для улучшения качества и надежности обработки изображения сканером:

- **освещенность кода.** Угол падения и направление света, качество поверхности, форма и цвет — все это влияет на то, как знак будет считан ридером. Используя оптимальное освещение, мы улучшаем скорость считывания и облегчаем использование ID ридера. Дополнительное освещение особенно актуально при работе с DPM-кодами, где зачастую, сам рисунок кода создается тенью от нанесенного микрорельефа;
- **определение кода.** Если сканер не может найти код, он его не прочитает. Необходимы алгоритмы,



6 Распространенные дефекты маркировки.

позволяющие идентифицировать коды различного качества, избегать случаев «не считывания» и, соответственно, необходимости повторного чтения, что увеличит общую скорость процесса.

- **извлечение данных.** Когда в зоне сканирования код найден, алгоритм декодирования должен извлечь данные, даже если код представлен с дефектом, засвечен или имеет другие ошибки, связанные с поверхностью. Алгоритмы поиска и извлечения информации следует разрабатывать с учетом необходимости нейтрализации недостатков освещенности или плохой маркировки.

Выбор сканера — процесс не сложный, но требует вдумчивого и ответственного подхода. На сегодняшний день ассортимент, предлагаемый различными производителями, достаточно широк и полностью охватывает все потребности приборных производств. Выбор сканера, как и выбор кодировки штрихкодов, материала этикеток, типа печатающего принтера, является только одним из этапов создания системы прослеживаемости и цифрового управления на предприятии. Нужно не столько запустить процесс сканирования, сколько интегрировать разрозненные точки идентификации в единую систему управления, обеспечить удобный управляющий интерфейс, добиться бесперебойной работы системы прослеживаемости на производстве. 



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
(495) 788 44 44
info@ostec-group.ru



ТЕХПОДДЕРЖКА

Надгробный камень преткновения: СПЕЦСПЛАВЫ для борьбы с дефектом



Текст: **Денис Поцелуев**



«Надгробный камень», «эффект Манхеттена», «эффект подъемного моста», «Стоунхендж» — эти слова знакомы каждому технологу, и хочется упоминать их как можно реже. Особенно, когда речь идет о производстве электроники специального и ответственного назначения. Причин появления этого дефекта, равно как и методов борьбы с ним, много. В статье мы рассмотрим влияние качественного состава паяльной пасты на появление такого дефекта как «надгробный камень», а также методы его минимизации.

Дефект «надгробный камень»

Дефект «надгробного камня» известен в технологии поверхностного монтажа уже несколько десятилетий (рис. 1). Несмотря на совершенствование дизайна печатных плат и оптимизацию профилей оплавления все более частое использование миниатюрных компонентов, таких как 0402 и 0201, вывело эту проблему на первый план.

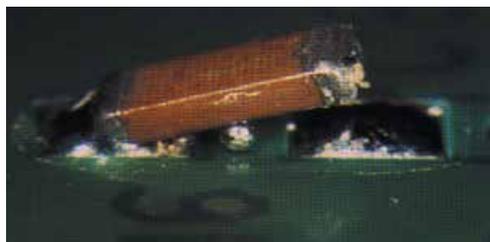
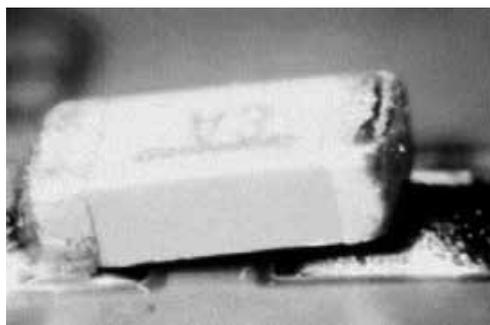
Причины появления дефекта «надгробного камня» можно разделить на следующие категории:

1. Компоненты и печатный узел:
 - a. плохая паяемость покрытий выводов компонентов или печатной платы;
 - b. несоответствие размеров контактных площадок и компонента;
 - c. расстояние между контактными площадками;
 - d. распределение тепла на печатной плате (теневой эффект).
2. Процессы сборки печатного узла:
 - a. ошибки при трафаретной печати (качество отпечатка, полнота отсаживания от трафарета);
 - b. смещение компонентов при установке;
 - c. неправильно подобранные параметры профиля оплавления.
3. Паяльная паста:
 - a. недостаточная липкость;
 - b. скорость оплавления, смачиваемость.

Учитывая, что по статистике более 60% дефектов возникает в процессе трафаретной печати, и свойства паяльной пасты играют в этом далеко не последнюю роль, в статье речь пойдет именно о влиянии свойств паяльной пасты на возникновение и устранение дефекта «надгробного камня».

Для борьбы с дефектом «надгробного камня» компания Indium Corporation провела серьезное исследование, в результате которого разработала запатентованный сплав, позволяющий минимизировать вероятность возникновения этого дефекта и компенсировать дефекты, возникающие из-за погрешностей при проектировании печатных плат.

Задачей исследования было создать сплав олово/свинец/серебро, который смог бы гарантировать больший диапазон между солидусом и ликвидусом и обеспечить баланс поверхностного натяжения на обеих сторонах компонента. Увеличенный диапазон ликвидуса/солидуса замедляет время плавления и смачиваемости, что дает время сбалансироваться силам поверхностного натяжения на разных концах компонента. Подобный



1 Фотографии дефекта «надгробный камень»

эффект достигается благодаря содержанию в сплаве серебра в массовой доле 0,4%. Для пайки оплавлением разработаны паяльные пасты со специальными сплавами Sn62,6/Pb37/Ag0,4 и Sn63/Pb36,6/Ag0,4, позволяющие уменьшить возникновение дефекта «надгробного камня». Такой сплав с уменьшенным количеством серебра получил название Indalloy #100.

Т 1

Влияние химических элементов в сплаве Sn63Pb37 на температуры солидуса/ликвидуса

Сплав	Нижняя температура плавления — солидус	Верхняя температура плавления — ликвидус	Разница температур
Sn63/Pb37	181,9°C	184,7°C	2,8°C
Sn62,6/Pb37/Ag0,4	177,7°C	184,5°C	6,8°C
Sn62,8/Pb37/Bi0,2	181,4°C	184,3°C	2,9°C
Sn62,6/Pb37/Bi0,4	180,8°C	185,2°C	4,4°C
Sn62,8/Pb37/In0,2	181,3°C	184,5°C	3,2°C
Sn62,6/Pb37/In0,4	180,5°C	185,0°C	4,5°C
Sn62,8/Pb37/Sb0,2	182,2°C	186,3°C	4,1°C
Sn62,6/Pb37/Sb0,4	182,4°C	185,8°C	3,4°C
Sn62,8/Pb37/Zn0,2	181,8°C	184,5°C	2,7°C
Sn62,6/Pb37/Zn0,3	182,0°C	185,7°C	3,7°C
Sn62,8/Pb37/Cu0,2	181,0°C	184,1°C	3,1°C
Sn62,6/Pb37/Cu0,4	181,0°C	184,3°C	3,3°C
Sn62,8/Pb37/Ge0,2	181,7°C	184,6°C	2,9°C
Sn62,6/Pb37/Ge0,4	181,7°C	184,3°C	2,6°C
Sn62,4/Pb37/Ge0,6	181,8°C	184,1°C	2,3°C

Т 2

Зависимость массовой доли серебра в сплаве и частоты появления дефекта «надгробный камень»

Концентрация серебра (Ag) (массовая доля%)	Частота появления дефекта «надгробный камень»
0	33% ± 0,15%
0,1	8% ± 0,6%
0,4	0% ± 0,3%
0,6	31% ± 0,19%

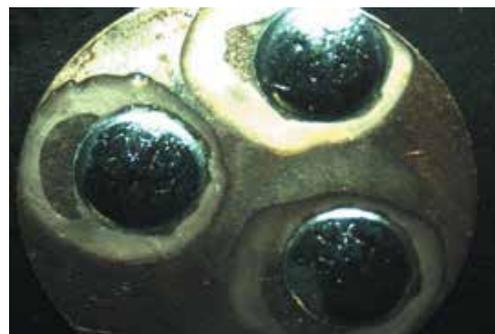
История появления сплава #Indalloy 100

В процессе научных экспериментов было обнаружено, что добавление небольшого количества серебра в оловянно-свинцовый сплав может значительно сократить появление дефекта «надгробного камня», особенно при использовании миниатюрных электронных компонентов, которые все чаще применяются при сборке печатных узлов. В частности, было обнаружено, что количество серебра должно варьироваться в диапазоне 0,1-0,7%, предпочтительно 0,2-0,5% для сплава Sn/Pb (для испытаний за основу был взят сплав Sn63/Pb37). Наилучший результат по снижению количества дефектов был получен при содержании серебра 0,3-0,4%. Этот эффект уменьшения количества дефектов был отмечен в сплавах с содержанием олова (Sn) примерно 58-68%. Дальнейшие исследования сузили диапазон до сплавов с содержанием олова 61-65%, где дефект появлялся реже. Максимальное уменьшение числа дефектов было отмечено в сплавах с содержанием олова 62-64%. Содержание свинца (Pb) варьировалось в диапазоне примерно 32-42% без значительного влияния

на количество дефектов, но оптимальное его количество на практике составило 36-38%.

В результате исследований было обнаружено, что сурьма (Sb) почти не оказывает влияния на уменьшение количества «надгробных камней». Влияние других элементов в сплаве (Ag, Bi, In, Sb, Zn, Cu, Ge) на увеличение разницы температур между солидусом и ликвидусом приведено в Т 1.

На основе этих соотношений были разработаны следующие виды сплавов: Sn62,6/Pb37/Ag0,4, Sn63/Pb36,6/Ag0,4, Sn62/Pb37,6/Ag0,4, Sn62,2/Pb37,4/Ag0,4. Кроме того, было установлено, что отклонение от оптимального содержания серебра в сплаве (напомним: 0,3-0,4%) привело к росту количества «надгробных камней», как показано в Т 2. В этом тесте в качестве основы паяльной пасты был использован канифольный флюс слабой активности при содержании припоя 90% по массе пасты, а размер шариков припоя из сплава Sn63/Pb37 был 25-45 мкм.



2 Паяльная паста серии NC-SM92 со сплавом Indalloy #100® после оплавления

Из **Т 1** видно, что именно сплав с добавлением 0,4% серебра обеспечивает максимальную разницу температур между солидусом и ликвидусом и, соответственно, максимальное время, когда припой находится в вязкотекучем состоянии. В этом случае шансы победить эффект «надгробного камня» намного выше, что особенно важно при производстве ответственных изделий специальной электроники.

По результатам большой серии испытаний и установления закономерностей между процентным содержанием компонентов сплава и количеством дефектов был выбран сплав Sn62,6/Pb37/Ag0,4. С этим сплавом на российский рынок поставляются следующие паяльные пасты:

- Indium NC-SMQ92J Indalloy#100 (паяльная паста с флюсом, не требующим отмывки класса ROL0) **рис 2**.
- Indium 6.4 Indalloy#100 (паяльная паста с водосмываемым флюсом класса OHR1) **рис 3**, **рис 4**.

Отличительные особенности и практическое применение

Помимо снижения вероятности появления дефекта «надгробного камня» паяльные пасты со сплавом Indalloy#100 обладают следующими отличительными особенностями:

- отличная смачиваемость в процессе оплавления;
- высокий показатель заполнения апертур трафарета;
- увеличенное время жизни на трафарете;
- широкое окно технологического процесса;
- возможная оптимизация под электрическое тестирование летающими пробниками в зависимости от типа флюса;
- высокие показатели смачиваемости и паяемости (хорошо смачивает трудно паяемые покрытия, легко работает по окисленным покрытиям).

Паяльная паста NC-SMQ92J Indalloy#100 широко применяется и в области производства специальной техники. Помимо основного назначения — борьбы с дефектом «надгробного камня» — паста с этим сплавом способствует оптимизации производственных затрат: сплав содержит значительно меньшее количество серебра по сравнению со стандартным сплавом Sn62/Pb36/Ag2, поэтому паста с этим сплавом выгоднее на 30%.



3 Паяльная паста серии Indium6.4 со сплавом Indalloy #100® после оплавления



4 Паяльная паста серии Indium6.4 со сплавом Indalloy #100® после отмывки в деионизированной воде

Пример из практики

Один из заказчиков ГК Остек использовал паяльную пасту с эвтектическим сплавом и постоянно сталкивался с возникновением дефекта «надгробный камень» на компонентах 0402 и 0201. Для предотвращения дефекта использовались различные возможности, включая замену производителя компонентов и увеличение площади контактных площадок под компоненты, но положительного результата добиться не удавалось.

Для решения проблемы специалистами Остека было предложено провести аудит линии поверхностного монтажа. Были выполнены следующие работы:

1. ОПТИМИЗИРОВАНА ТРАФАРЕТНАЯ ПЕЧАТЬ.

После нанесения паяльной пасты было обнаружено неравномерное нанесение паяльной пасты на контактные площадки вследствие загрязнений апертур трафарета. После очистки трафарета дефектов после печати обнаружено не было. После пайки оплавлением количество «надгробных камней» уменьшилось на 25%.

2. ПРОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ КОМПОНЕНТОВ ТИПА 0402 И 0201.

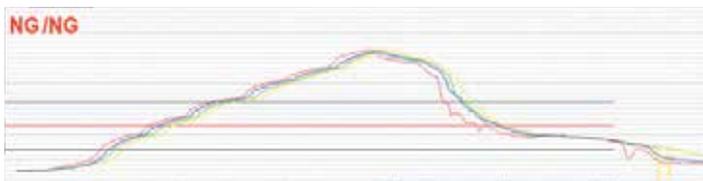
После автоматической установки компонентов было обнаружено боковое смещение более чем на 50% шири-

ны контактной поверхности чип-компонента и ширины контактной площадки, что недопустимо ни для одного из классов изделий рис 5. Технические специалисты изменили настройки автомата, в результате чего удалось добиться отсутствия как бокового, так и торцевого смещения. После пайки оплавнением количество «надгробных камней» уменьшилось еще на 15% по сравнению с первоначальными данными.

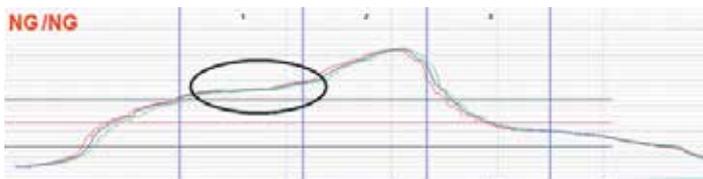
3. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ОПЛАВЛЕНИЯ.

Температурный профиль печи оплавления заказчика показан на рис 6. Технические специалисты Остека усовершенствовали этот профиль, скорректировав зону стабилизации в диапазоне между 155°C и 175°C и продолжительностью более 25 сек рис 7. Именно продолжительная зона стабилизации в данном диапазоне температур позволила обеспечить баланс поверхностного натяжения на обеих сторонах компонента. Таким образом, нагрев всех компонентов на плате происходит до одинаковой температуры, что предотвращает их повреждение от теплового удара.

После оплавления количество «надгробных камней» стало заметно меньше, но окончательно дефект не был устранен.



6 Первоначальный температурный профиль печи оплавления



7 Оптимизированный температурный профиль печи оплавления

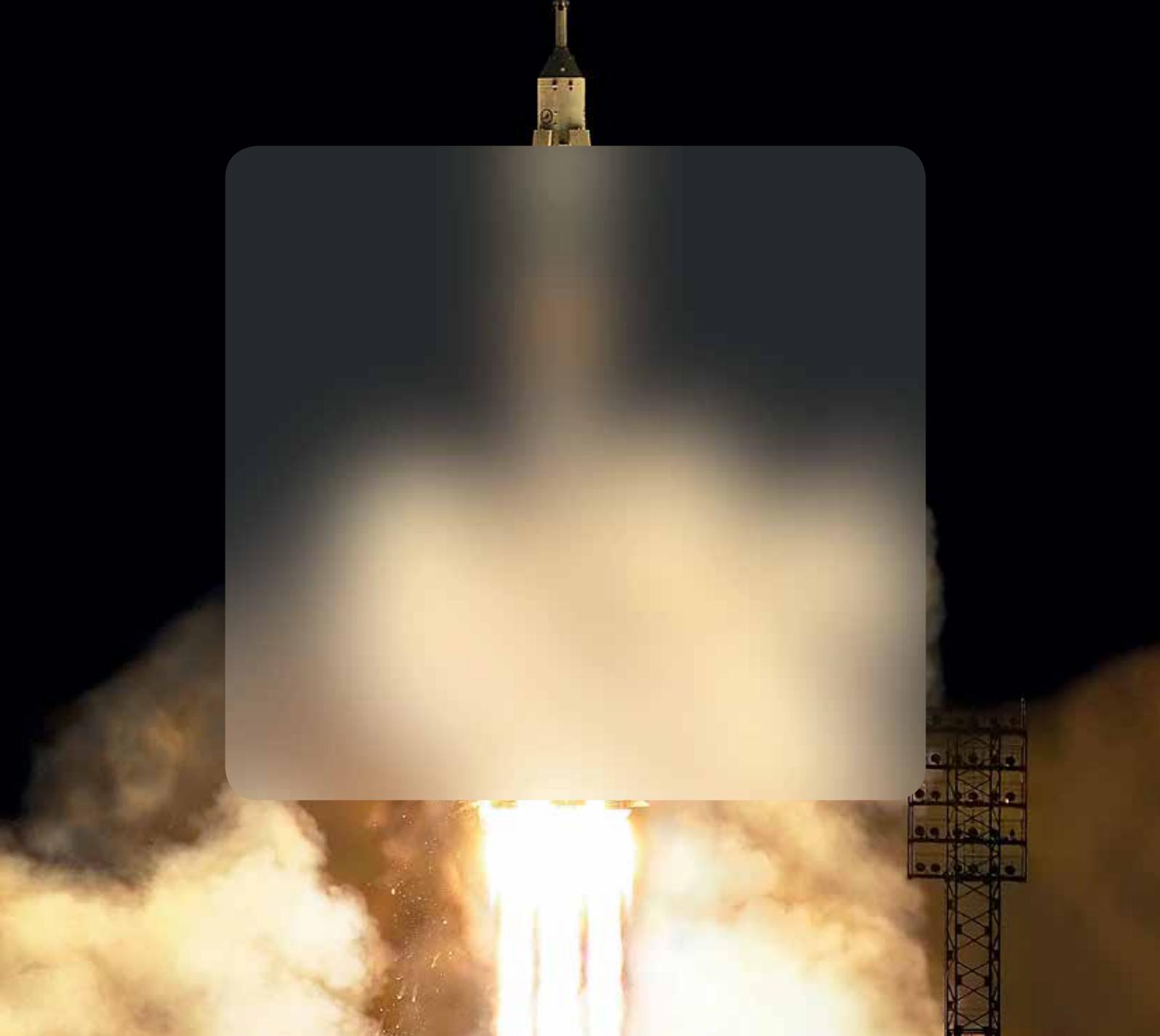


5 Боковое смещение компонентов после установки

Окончательно устранить проблему удалось с помощью оптимизации технологического процесса сборки печатных узлов и использования паяльной пасты Indium NC-SMQ92J со сплавом Indalloy#100. Это решение оказалось верным на 100%.

ГК Остек поставляет на российский рынок следующие паяльные пасты со сплавом Indalloy #100: Indium NC-SMQ92J Indalloy#100 (паяльная паста с флюсом, не требующим отмывки) и Indium 6.4 Indalloy#100 (паяльная паста с водосмываемым флюсом). Помимо снижения вероятности появления дефекта «надгробного камня» эти паяльные пасты обладают дополнительными отличительными особенностями, такими как отличная смачиваемость, увеличенное время жизни на трафарете, высокий показатель заполнения апертур трафарета. Также паяльные пасты со сплавом Indalloy#100 более выгодны по сравнению с классическими сплавами Sn62 за счет меньшего содержания количества серебра.

В ходе прикладных исследований было доказано, что оптимизация технологического процесса и состав сплава паяльной пасты могут оказывать определяющее влияние на существенное уменьшение дефекта «надгробного камня», особенно при использовании миниатюрных электронных компонентов. ▢



Видеть сегодня авиакосмическую технику будущего невозможно, **но технологии производства электроники для нее — необходимо**

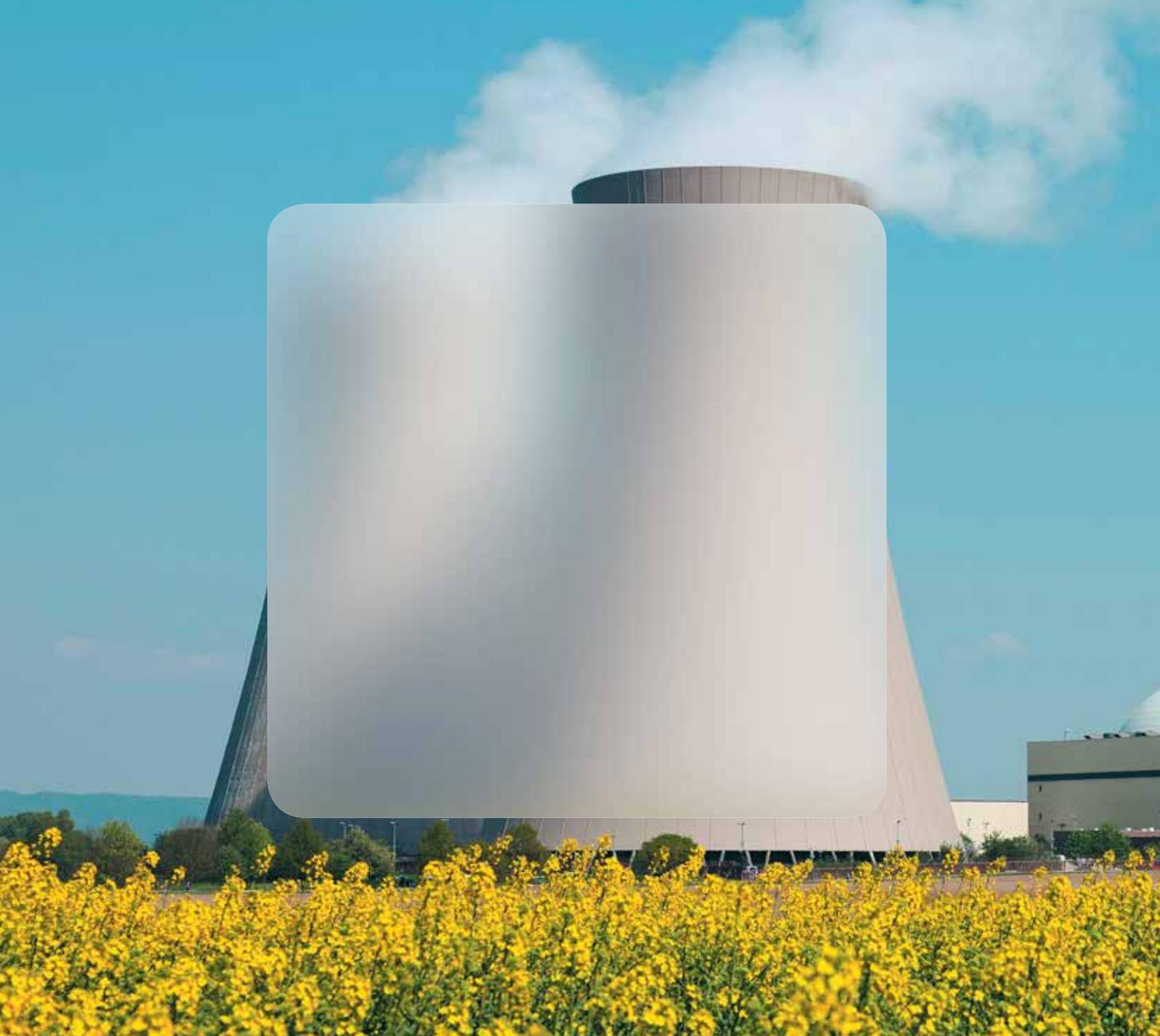
Новые характеристики, которыми будут обладать электронные компоненты бортового оборудования летательных аппаратов завтра, зависят от технологий их производства, что необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электроники в авиационной и космической промышленности.



будущее
создается

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





Видеть сегодня энергетические объекты будущего невозможно, **но технологии производства электроники для них — необходимо**

Возможности приборов и автоматических устройств, что будут использоваться в энергетике завтра, зависят от технологий их производства, которые необходимо внедрять сегодня. У нас уже есть решения для такого развития, разработанные в сотрудничестве с мировыми поставщиками новейшего оборудования и технологий. Эти решения позволяют найти оптимальный путь к успеху производства электрических и электротехнических приборов.



будущее
создается

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

