

04 (44) сентябрь 2019

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

ПЕРСПЕКТИВЫ
Павел Куцько

8 ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОТРАСЛИ:
ОТ ИНФОРМАЦИОННОЙ
ПЛОЩАДКИ К
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМУ
ЦЕНТРУ КОМПЕТЕНЦИЙ

ТЕХНОЛОГИИ
Михаил Назаркин
Владимир Команов

20 МИКРОЭЛЕКТРОНИКА?
НА ЗДОРОВЬЕ!

КАЧЕСТВО
Тимофей Максимов

42 ЭЛЕКТРОННЫМ КОМПОНЕНТАМ –
ЭЛЕКТРОТЕРМОТРЕНИРОВКА!

Нам по силам ВАШИ ВОЗМОЖНОСТИ ●●●



Решения любого масштаба

Каждое предприятие имеет свои приоритетные цели, технологические задачи и уровень возможностей.

Опираясь на многолетний практический опыт и высокую квалификацию команды, мы тщательно прорабатываем каждую задачу и предлагаем действительно работающие решения под финансовые возможности и индивидуальные потребности производств.

Честно, открыто, профессионально.

ostec-group.ru | info@ostec-group.ru | +7 (495) 788-44-44



Уважаемые читатели!

Прорывной сценарий «Стратегии развития электронной промышленности России на период до 2030 года» должен привести к достижению дерзких целей – объемы производства в отрасли должны вырасти более чем в 2,5 раза, планируется серьезно увеличить и показатели экспорта. За тот же период гражданский сектор электроники должен вырасти примерно в пять раз: с 940 млрд до 4,6 трлн рублей. Согласно Стратегии, приоритетными направлениями для отрасли станут научно-техническое развитие, кадры, средства производства, управление, кооперация, отраслевые стандарты, отраслевая информационная среда, капитализация, рынки и продукты, финансовое обеспечение и инвестиционная привлекательность. Привлекательность отрасли для талантливых специалистов, партнерства и инвестиций во многом зависит от создания благоприятного имиджа отрасли, и об этом аспекте в Стратегии упоминается.

Но существует и ситуация, озвученная на нашем дискуссионном баттле: «Все больше мы видим на рынке такую реакцию, что слова «Россия» или «российский продукт» становятся все более токсичными. Потому что когда мы начинаем входить в какие-то компании, начинаем общаться с инженерами, они говорят: изви-

ните, нам надо спросить у менеджмента, можем ли мы делиться технической информацией с русскими компаниями».

Привлекательный образ не возникнет сам по себе, его надо целенаправленно создавать. В противном случае он все равно будет формироваться под влиянием экономических и политических событий. Успешные примеры существуют. Например, созданный и успешно развивающийся бренд "Армия России", "Сделано в России". Или туристический бренд России, разработанный в рамках всероссийского конкурса и победивший в открытом онлайн-голосовании.

Необходимо начать формулировать суть бренда «Электроника России», опираясь на исторические и неоспоримые достижения отечественной радиоэлектроники. Этот бренд как коммуникационная платформа должен создавать образ высокотехнологичной и открытой для сотрудничества отрасли, отражать ее критически важную роль в реализации национального курса перехода к цифровой экономике, привлекательность для трудоустройства молодых талантов. Уверен, нам есть чем гордиться не только в нашем прошлом, но и настоящем.

**Антон Большаков,
директор по маркетингу**

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

- 4 **PRODUCTRONICA И SEMICON EUROPA 2019 – СОБЫТИЯ, КОТОРЫЕ НЕЛЬЗЯ ПРОПУСТИТЬ!**
- 5 **УЧАСТНИКИ КОНКУРСА INRADEL ПОСЕТИЛИ ДЕМОЗАЛ ОСТЕК-СМТ**
- 6 **ИТОГИ СОВЕЩАНИЯ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ТРЕБОВАНИЙ К СОЗДАНИЮ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЭКБ ОП**
- 6 **ТОМОГРАФЫ GE ВНЕСЕНЫ В ГОСРЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РФ**
- 7 **ОСТЕК ПРИНЯЛ УЧАСТИЕ В ЧЕМПИОНАТЕ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МАСТЕРСТВУ «WORLDSKILLS KAZAN 2019»**



ТЕХНОЛОГИИ стр. 20

ПЕРСПЕКТИВЫ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОТРАСЛИ: ОТ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛОЩАДКИ К МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМУ ЦЕНТРУ КОМПЕТЕНЦИЙ 8

Автор: Павел Куцько

В СПОРЕ РОЖДАЕТСЯ ИСТИНА: НОВЫЙ ДИСКУССИОННЫЙ ФОРМАТ ОТРАСЛИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ..... 14

Автор: Наталья Мосолова



ТЕХНОЛОГИИ стр. 36

ТЕХНОЛОГИИ

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА? НА ЗДОРОВЬЕ!..... 20

Авторы: Михаил Назаркин, Владимир Команов

ТЕХНОЛОГИЯ UWLSI ИЛИ КАК ВЫВЕСТИ ГЕТЕРОГЕННУЮ ИНТЕГРАЦИЮ НА «АРЕНУ» 5G 30

Автор: Дмитрий Суханов

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ – ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0 36

Автор: Александр Фролов



КАЧЕСТВО стр. 46

КАЧЕСТВО

**ЭЛЕКТРОННЫМ КОМПОНЕНТАМ –
ЭЛЕКТРОТЕРМОТРЕНИРОВКА 42**

Автор: Тимофей Максимов

**В ПЕРСПЕКТИВЕ МЫ ВИДИМ СЕБЯ В РОЛИ
КОРПОРАТИВНОГО ЦЕНТРА ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ
ПЛАТ. ВИЗИТ НА АЗОВСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД 46**

Автор: Владимир Мейлицев

ТЕХПОДДЕРЖКА

**УМНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС В ДЕМОЗАЛЕ
ОСТЕК-СМТ 58**

Автор: Дмитрий Полесский

АВТОРЫ НОМЕРА

- ▶ **Павел Куцько**
Директор ФГУП «МНИИРИП»
- ▶ **Наталья Мосолова**
Ведущий специалист отдела развития
ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru
- ▶ **Михаил Назаркин**
Ведущий специалист Технического
управления ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru
- ▶ **Владимир Команов**
Инженер ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru
- ▶ **Дмитрий Суханов**
Главный специалист Технического
управления ООО «Остек-ЭК»
micro@ostec-group.ru
- ▶ **Александр Фролов**
Начальник группы технической
микроскопии Направления
неразрушающего контроля и научно-
исследовательского оборудования ООО
«Остек-АртТул»
info@arttool.ru
- ▶ **Тимофей Максимов**
Ведущий инженер отдела сервиса ООО
«Остек-Электро»
osteelectro@ostec-group.ru
- ▶ **Владимир Мейлицев**
Журнал «Электроника: НТБ»
journal@electronics.ru
- ▶ **Дмитрий Полесский**
Ведущий специалист центра технологий
и инноваций ООО «Остек-СМТ»
lines@ostec-group.ru

PRODUCTRONICA И SEMICON EUROPA 2019 – СОБЫТИЯ, КОТОРЫЕ НЕЛЬЗЯ ПРОПУСТИТЬ!

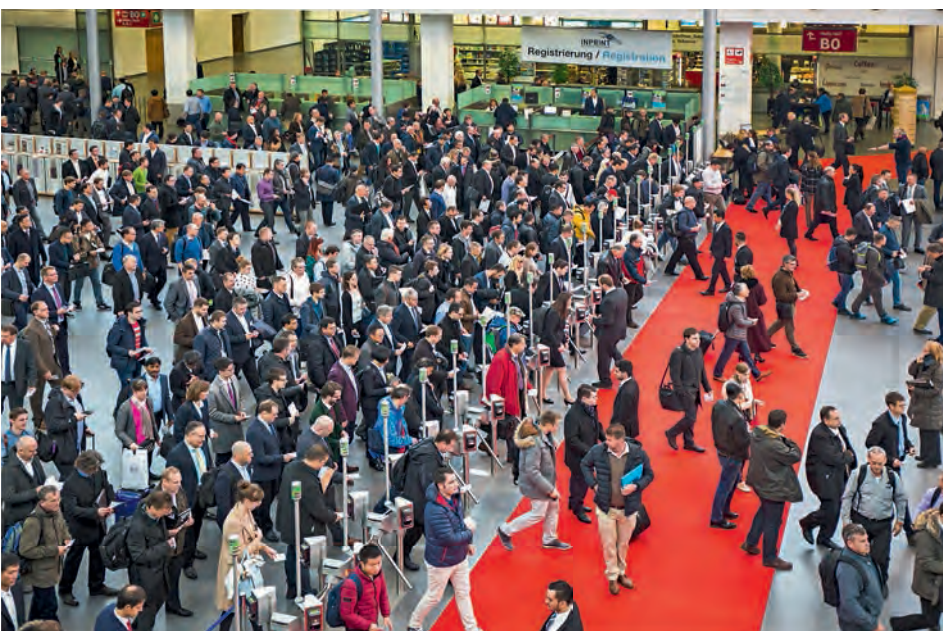
Каждые два года в ноябре ведущие эксперты в области производства электроники обмениваются информацией о будущих технологиях и тенденциях развития отрасли на главном событии – выставке Productronica в Мюнхене.

Productronica, как ведущая в мире выставка по разработке и производству электроники, предоставляет посетителям отличную возможность первыми увидеть мировые премьеры продуктов, решений и инноваций, установить новые деловые контакты.

С 2017 года одновременно с выставкой Productronica проходит крупнейшая европейская выставка, объединяющая технологических лидеров в области полупроводниковых технологий – SEMICON Europa. Тесная интеграция двух крупнейших мероприятий позволяет посетителям получить еще больший спектр актуальной информации из мира электроники.

С 12 по 15 ноября 2019 года мы приглашаем вас посетить эти выставки вместе с нами!

Начиная с 2011 года, Группа компаний Остек занимается организацией деловой программы на выставке. В этом году состоится 5-я юбилейная групповая поездка. За это время вместе с нами мероприятия посетили более 500 специалистов. Мы помогаем решать все вопросы, связанные с организацией поездки, с посещением выставки, готовим уникальную деловую и интересную культурную программу.



Увидеть оборудование на выставке и получить консультации экспертов полезно. Еще лучше – увидеть оборудование в реальных производственных условиях и послушать практиков. Это дает бесценную информацию о возможностях оборудования и организации производства. Неудивительно,

что из года в год такие экскурсии пользуются большой популярностью. Мы уже посетили заводы BMW, EVG, Rohde & Schwarz, VoxelJet.

Следите за обновлениями программы на нашем сайте productronica2019.ru/

УЧАСТНИКИ КОНКУРСА INRADEL ПОСЕТИЛИ ДЕМОЗАЛ ОСТЕК-СМТ

В июле 2019 года студенты и аспиранты ведущих вузов страны посетили демонстрационный зал Остек-СМТ.

Экскурсия была организована в рамках проведения образовательной сессии ежегодного Международного конкурса научно-технических проектов «INRADEL» для знакомства будущих специалистов с радиоэлектронной отраслью.

Остек-СМТ располагает одним из лучших демонстрационных залов в России. В нем представлено самое современное оборудование от известных мировых производителей по ключевым направлениям производства РЭА, охватывающим широкий спектр стадий производства и проверки контроля качества изделий.

Гостей встречал генеральный директор ООО «Остек-СМТ» Липкин Евгений Борисович. Он расска-



зал об истории и развитии Группы компаний Остек, а также о ключевых направлениях деятельности Остек-СМТ. Затем технический директор компании провел обзорную экскурсию в демонстрационном зале.

Гостям были показаны современные разработки и инновации в различных сферах радиоэлектронной промышленности, которые с недавнего времени широко применяются на производствах России. Особое внимание молодых специалистов привлекли собственные разработки Остек-СМТ в направлении промышленного интернета вещей и промышленной автоматизации, в частности, программно-аналитические комплексы «Умная линия» и «Умное рабочее место».

Глубокий интерес слушателей вызвала полученная на встрече информация о развитии Индустрии 4.0 в нашей стране. Она поможет молодым ученым развить свои идеи в высокотехнологичный бизнес или построить карьеру в радиоэлектронной промышленности.

Остек-СМТ тесно сотрудничает с организаторами ежегодного конкурса INRADEL и принимает активное участие в его проведении.



ИТОГИ СОВЕЩАНИЯ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ТРЕБОВАНИЙ К СОЗДАНИЮ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЭКБ ОП

25 июля в головном офисе ГК Остек прошло первое совещание рабочей группы по формированию требований к созданию цифровых моделей электронной компонентной базы отечественного производства (ЭКБ ОП). По поручению ДРЭП Минпромторга были приглашены представители всех целевых групп со стороны ГК Ростех, ГК Росатом, ГК Роскосмос и других предприятий. В рамках встречи, модератором которой был генеральный директор ООО «Остек-Электро» Е.А. Мордкович, специалисты обсудили ключевые критерии



достаточности разработки STEP, IBIS, BSDL и SPICE-моделей. Участники высоко оценили перспективы работы группы в таком формате и сформировали план последующих действий, включающий размещение разрабатываемых моделей на торгово-информационной площадке

ЭКБ MARKET. Рабочая группа планирует разработать единый документ, упрощающий разработчикам РЭА применение ЭКБ ОП.

Получить материалы рабочей группы можно по запросу: ostelectro@ostec-group.ru

ТОМОГРАФЫ GE ВНЕСЕНЫ В ГОСРЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РФ

Компания Остек-СМТ, эксклюзивный партнер GE Inspection Technologies в России по системам компьютерной томографии, успешно провела работу по внесению в Госреестр средств измерений РФ рентгеновских компьютерных томографов.

Свидетельство подтверждает, что томографы GE соответствуют метрологическим и техническим требованиям, установленным правовыми актами РФ. Это позволяет использовать их не только как инструмент контроля качества, но и выполнять задачи метрологии и измерения геометрии ответ-

ственных деталей с подтвержденной точностью от 4 мкм + L/100 до 20 мкм + L/100 в зависимости от модели оборудования.

Компания Остек-СМТ обладает собственным центром развития технологий (ЦРТ), оснащённым современными решениями для цифрового производства и неразрушающего контроля. ЦРТ включает в себя самую большую в Восточной Европе лабораторию компьютерной томографии, оборудованную передовыми установками компании General Electric, а также системами для рентгеноскопии, 3D-сканирования и аддитивного производства.

Компьютерные томографы, находящиеся в ЦРТ, успешно прошли тесты



и имеют свидетельства о поверке, что позволяет компании оказывать полный комплекс услуг по метрологии для российских предприятий, выпускающих ответственную и инновационную продукцию.

ОСТЕК ПРИНЯЛ УЧАСТИЕ В ЧЕМПИОНАТЕ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МАСТЕРСТВУ «WORLD SKILLS KAZAN 2019»

С 22 по 27 августа в Казани на территории МВЦ «Казань Экспо» прошло масштабное событие — 45-й мировой чемпионат по профессиональному мастерству WorldSkills 2019.

Более 1 300 профессионалов из 63 стран и регионов в упорной борьбе демонстрировали уровень своей квалификации и подготовки, сделав чемпионат грандиозным и запоминающимся.

Свои умения участники, индивидуально или в команде, представляли в следующих дисциплинах:

- Информационные и коммуникационные технологии
- Производство и инженерные технологии
- Строительство и строительные технологии
- Сфера услуг
- Творчество и дизайн
- Транспорт и логистика

Одним из спонсоров соревнования выступила Группа компаний Остек. В



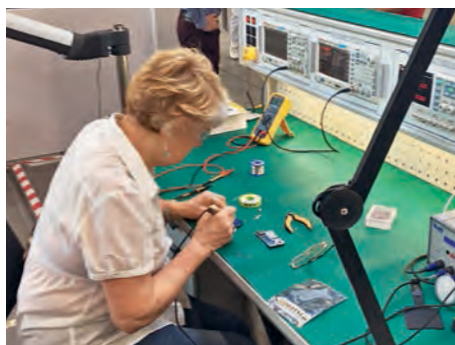
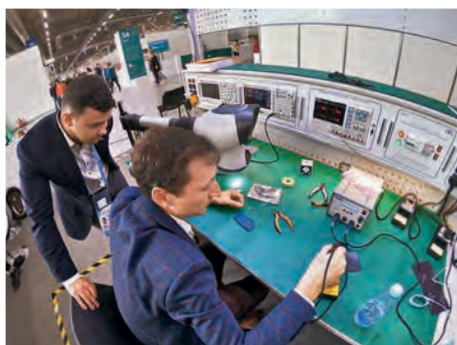
рамках компетенции № 16 «Производство и инженерные технологии. Электроника» компания Остек-АртТул предоставила для работы участников передовые решения для визуального контроля Mantis Elite, трехканальные цифровые ремонтно-паяльные станции PACE MBT 350E PS/SX/MT, термовоздушные фены PACE ST 325E, а также оборудование для антистатического оснащения рабочих мест.

Команда сервис-инженеров Остек-АртТул проделала масштабную работу по настройке и демонстрации оборудова-

ования, проведению инструктажа, а также консультированию участников соревнований.

На предоставленном Остеком оборудовании свое мастерство смогли проверить не только участники соревнований, но и обычные посетители, в том числе самые маленькие.

В финале церемонии флаг движения WorldSkills был торжественно передан представителям из Китая, где уже идёт подготовка к следующему мировому чемпионату – WorldSkills Shanghai 2021.



ПЕРСПЕКТИВЫ

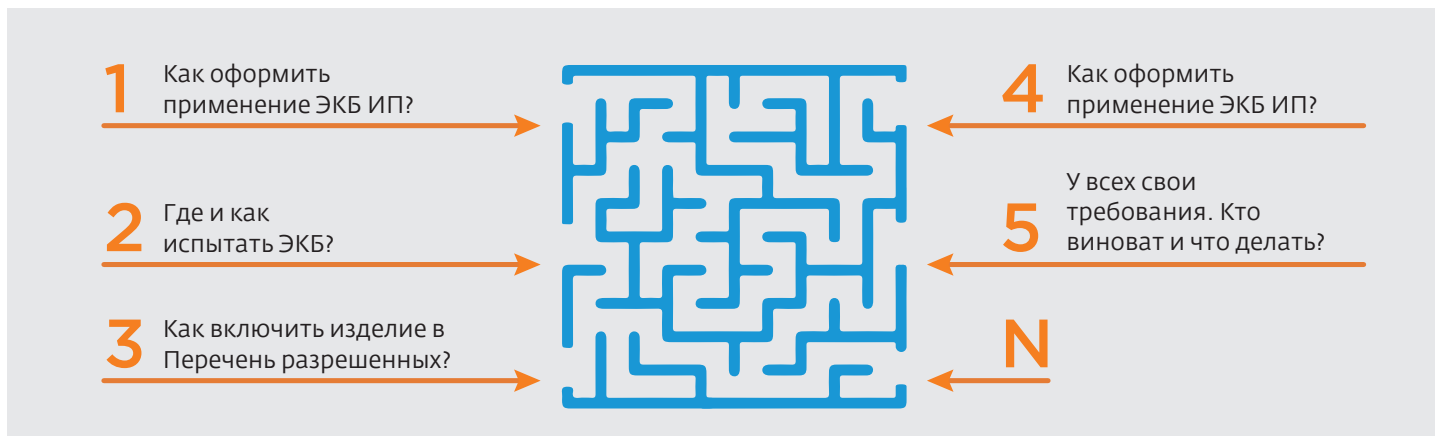
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОТРАСЛИ: ОТ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛОЩАДКИ К МНОГО- ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ ЦЕНТРУ КОМПЕТЕНЦИЙ



Текст: Павел Куцько

”

В повседневной жизни каждый из нас уже давно оценил преимущества автоматизации и цифровизации процессов на примере удобства и уровня сервиса при получении государственных услуг на специализированных порталах или в многофункциональных центрах. Так почему бы не использовать достижения научно-технического прогресса для упрощения выполнения регламентов в интересах радиоэлектронной промышленности?



1
Лабиринт действий или эффективность управления?

Организация работ в части электронной компонентной базы и радиоэлектроники в современных условиях характеризуется слабо регламентированными процедурами, не исключая возможные бюрократические проволочки, субъективные оценки, необоснованные временные и финансовые потери, другие негативные факторы. Действия по обеспечению деятельности предприятий электронной и радиоэлектронной промышленности похожи на лабиринт – требуется решение многих вопросов, ответы на которые не очень ясно где искать (рис 1). Зная о слабых сторонах и оценив создаваемые этим угрозы с точки зрения применения отечественной ЭКБ, ФГУП «МНИИРИП» приняло решение о создании в рамках Многофункционального центра компетенций радиоэлектронной промышленности сервиса одного окна с понятным результатом, где по разработанным регламентам можно будет сдать комплект документов в единое окно и получить результат в виде готовой услуги.

Заявителю больше не придется метаться с комплектом документов между ФГУП «МНИИРИП» как головной

организацией и Федеральным органом исполнительной власти. Достаточно сдать комплект документов в единую приемную лично или через онлайн-кабинет. После проверки комплектности документов и их регистрации ФГУП «МНИИРИП» проводит согласование со всеми федеральными органами исполнительной власти и возвращает готовые к дальнейшему использованию документы предприятию. Уровень качества услуги и сроки ее предоставления прописаны в опубликованных на сайте ФГУП «МНИИРИП» регламентах. Дальнейший рост эффективности выполнения регламентов может быть обеспечен перераспределением обязанностей и полномочий между МИНПРОМТОРГОМ РФ и ФГУП «МНИИРИП» (рис 2).

Возникает резонный вопрос: сформулирована амбициозная цель, но почему у нас должно получиться? Немногим более года назад было объявлено о плане создать торгово-информационную площадку «ЭКБ МАРКЕТ». Как это часто бывает, большое начинание сопровождалось скептическими замечаниями о том, что из этого



2
Путь согласования комплекта документов



3 От ЭКБ до успешной реализации нацпроектов

ничего не выйдет, и никто не будет на площадку направлять информацию.

ЭКБ отечественного производства – это основа нашей промышленности. Необходимо понимать, какая элементная база нам нужна сейчас для успешной реализации национальных проектов, госпрограмм, целевых программ. Ни один проект не двинется с места без отечественной ЭКБ, и ФГУП «МНИИРИП» готово декомпозировать национальные проекты и госпрограммы до уровня ЭКБ и предложить пути развития ЭКБ для обеспечения производства аппаратуры на ее основе (рис 3). Вместе с тем, существует много препятствий для применения уже разработанной ЭКБ ОП. Импортную ЭКБ применять несравненно легче: информационно, организационно, финансово. Торгово-информационная площадка «ЭКБ

МАРКЕТ» создавалась для устранения барьера, связанного с информационным обеспечением отрасли и разработчиков аппаратуры. Основная задача площадки – урвать информационную доступность по ЭКБ ОП с импортной ЭКБ и помощь в поиске и принятии решения прибористами о том, какой компонент использовать в том или ином схемотехническом решении (рис 4). То есть, в первую очередь, сделать доступными те данные, которые для разработчиков аппаратуры являются самыми востребованными – чтобы они в несколько кликов могли получить всю необходимую информацию и понять, применять им тот или иной компонент либо искать аналоги.

Спустя год реалии таковы: площадка функционирует и развивает сервисы. Подходы проектной команды в составе сотрудников ФГУП «МНИИРИП», Группы компаний Остек



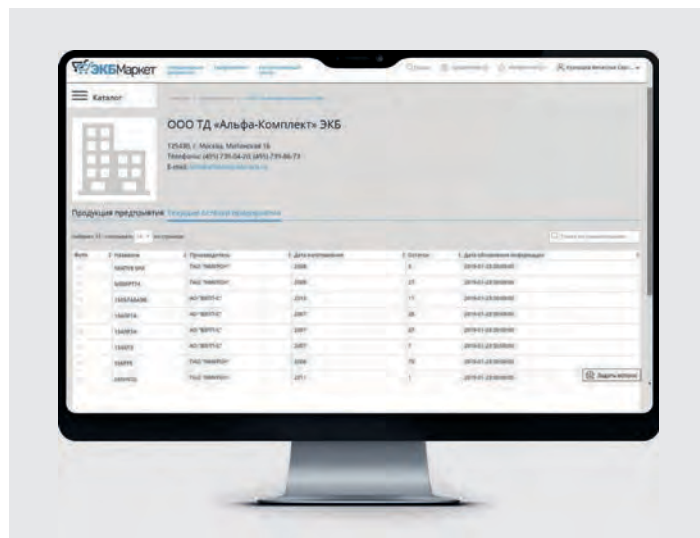
4 Доступность и удобство применения ЭКБ ОП, а не сложность

и ЦНИИ «Электроника» к развитию площадки строятся на том, что на начальной фазе была сформулирована концепция с точки зрения основного пользователя – прибористов. В процессе разработки проектная команда использовала различные возможности, чтобы показывать потенциальным пользователям определенные прототипы, опции, элементы платформы на отраслевых форумах и конференциях, экспертных рабочих группах, вовлекая пользователей в ежедневную дискуссию о функционале. Это существенно увеличивает скорость проверки альтернатив, помогает определить приоритетность и очередность разработки функционала и отказаться от неустраивающих решений.

В результате проделанной работы создан информационный функционал площадки «ЭКБ МАРКЕТ» на основе Перечня ЭКБ, который ведет МНИИРИП. Реализован полнотекстовый поиск, который позволяет в доли секунды находить необходимые компоненты, исправляя опечатки, если отдельные символы в названии компонента были указаны неверно, заменяя похожие по написанию русские и латинские символы, а также дает возможность искать упоминания искомого фрагмента текста в приложенных файлах. Результат поиска выводится в табличном представлении, где можно удобно и быстро сравнивать предлагаемые компоненты и выбирать из них наиболее подходящие. Поисковые фильтры по каждому параметру предлагают все доступные диапазоны с возможностью выбрать несколько значений. Рядом с каждым из параметров указано количество доступных компонентов. Ряд компонентов содержит листы справочных данных и копий ТУ. Модели для САПР, доступные к загрузке удобным для разработчика способом, появятся в ближайшее время после согласования формальностей по способу отображения и формату доступа. В первую очередь будут размещены модели в форматах SPICE, STEP, IBIS, BSDL.

Важный и востребованный функционал площадки – информация об остатках на складах. Представьте, что для изготовления опытного образца прибора вам необходимо заказать несколько штук компонентов определенного типа. А поставщик определяет минимальную партию в несколько сотен, а то и в тысячу штук, да еще со сроком поставки несколько месяцев. Знакомая ситуация? По опыту общения с пользователями торгово-информационной площадки «ЭКБ МАРКЕТ» мы знаем, что такая ситуация возникает часто. В этом случае поможет актуальная информация об остатках на складах производителей и поставщиков, которую отображает функционал площадки. Для этого в карточке поставщика создана новая вкладка «Текущие остатки предприятия». Информация по доступным остаткам также выдается в результате поискового запроса. И если режим хранения и функционал найденных компонентов вас устраивают, то можно решить свою задачу максимально оперативно (рис 5).

Дополнительный функционал, который получают пользователи «ЭКБ МАРКЕТ», – сервисы Интегрирован-



5 Представление информации об остатках на складах

ного испытательного центра. В этом сервисе пользователь из личного кабинета может разместить заявку на сертификационные и предварительные испытания, и система выдаст список испытательных центров, в наибольшей степени соответствующий заявке. Основной принцип – максимально возможное проведение набора испытаний в одном испытательном центре. Созданный функционал Интегрированного испытательного центра повышает оперативность организации испытаний, качество их проведения, обеспечивает актуальной информацией предприятия отрасли и эффективность взаимодействия предприятий с испытательными лабораториями (центрами).

Одним из последних нововведений стал функционал, позволяющий наполнять платформу информацией о разработках, ведущихся ОКР в части ЭКБ. У разработчиков и производителей ЭКБ появилась возможность загрузки перспективных ОКР, чтобы предприятия могли планировать эти ОКР в своих разработках. Также теперь на площадке доступна консолидированная информация по ЭКБ ОП с приемкой ОТК, что выделяется отдельным фильтром. Решение создать такой функционал обусловлено отраслевой задачей продвижения гражданских рынков и повышения импортнезависимости.

На торгово-информационной площадке «ЭКБ МАРКЕТ» реализован открытый информационный контур, но на данный момент полностью открыта информация только на изделия с приемкой ОТК. Дальнейшее развитие системы предусматривает создание закрытых контуров с различными правами доступа. Полный доступ будет только у авторизованных пользователей. Но уже и сейчас только уполномоченные определенной процедурой представители предприятий имеют возможность работать с личным кабинетом и таким функционалом как пакетный загрузчик информации о компонентах на площадку.



6

Данные о пользователях на торгово-информационной площадке «ЭКБ МАРКЕТ»

Проделанная в течение года работа позволяет говорить о следующих цифрах. Сейчас на площадке зарегистрированы более 1 823 пользователей от 836 предприятий (рис 6). Из них производителей ЭКБ – 196 предприятий. Распределение по предприятиям следующее: 58 % – потребители ЭКБ, 28 % – производители ЭКБ, 14 % – поставщики ЭКБ. По категориям пользователей 43,9 % составляют конструкторы, инженеры и технологи, т. е. те специалисты, для которых площадка и создавалась. Еще 57,6 % – это специалисты среднего руководящего состава и 18,5 % – руководители.

На текущий момент на площадке размещены более 90 000 типонаименований компонентов. Сложно понять и сравнить, много это или мало, так как в настоящее время отсутствует информация о типонаименованиях производимой продукции с точностью до последнего резистора. Ведь только типов компонентов в Перечне – около 32 000, что оценочно соответствует более полумиллиону типонаименований. Одна из задач, которую может решить

площадка, – определить, сколько в стране производится типонаименований.

Торгово-информационная площадка «ЭКБ-МАРКЕТ» должна стать платформой, консолидирующей отраслевую информацию в интересах радиоэлектронной промышленности. Это находит понимание и в интегрированных структурах и холдингах «Росэлектроника», госкорпорации «Росатом», корпорации «Роскосмос», АО «РТИ», «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», АО «РНИИ «Электронстандарт», с которыми ведётся работа по организации обмена информацией с их корпоративными площадками. С перечисленными организациями, а также с Консорциумом Дизайн-центров Российской электронной и микроэлектронной промышленности, «ЦКБ Дейтон», компанией «Элемент» заключаются меморандумы о сотрудничестве. В планах развития – взаимодействие с площадками, позволяющими вести поиск свободных мощностей, в частности, с «Биржей мощностей» корпорации «Ростех». В итоге весь консолидированный объём информации будет поступать в Государственную информационную систему промышленности (ГИСП) и даст мощный аналитический инструмент в интересах радиоэлектронной промышленности (рис 7).

Опыт и подходы, используемые при реализации проекта по созданию торгово-информационной площадки «ЭКБ Маркет», дают нам основания говорить о реализуемости проекта Многофункционального центра компетенций радиоэлектронной промышленности. Благодаря описанным инициативам ФГУП «МНИИРИП», как отраслевой институт, намерен стать ближе к требованиям времени, повысить качество и доступность услуг, сократить временные и финансовые издержки, снизить бюрократизм, а для предприятий максимально упростить задачу оперативного получения конкретной услуги в интересах радиоэлектронной промышленности на основе понятных регламентов необходимого уровня качества. □



7

Синхронизация работы информационных ресурсов

Начните работать в новом качестве

Стандарты международной ассоциации производителей электроники (IPC) — наиболее авторитетные нормативные документы, принятые в отрасли, которые позволяют совершенствовать технологические процессы в мировом масштабе.

Тренинги, проводимые Группой компаний Остек, — наиболее эффективный и доступный способ научиться применять на практике самые востребованные стандарты IPC:

- **IPC-A-610** «Критерии качества электронных сборок»
- **IPC-7711/7721** «Восстановление, модернизация и ремонт печатных плат и электронных сборок»

Тренинги IPC от Остека это:

- Более 50 обученных специалистов за год
- Современное оборудование и материалы для практических занятий
- Лучшие мировые практики
- Более 60 видов технологических материалов, радиоэлементов и аксессуаров для ручного монтажа и доработки печатных узлов
- Специально оборудованный класс

Тренинги IPC от Остека позволят вам:

- Снизить производственные затраты
- Обеспечить управляемое качество и надежность конечного изделия
- Повысить имидж и конкурентоспособность
- Реализовать практическое применение стандартов IPC в отечественном производстве для всех классов изделий
- Повысить эффективность взаимодействия с поставщиками и сотрудниками

В СПОРЕ РОЖДАЕТСЯ ИСТИНА: НОВЫЙ ДИСКУССИОННЫЙ ФОРМАТ ОТРАСЛИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ



Текст: Наталья Мосолова

”

Эксперты утверждают, что четвертая промышленная революция приведет к радикальным переменам в мировой промышленности: старые лидеры уйдут в историю, а их место займут новые игроки, которые благодаря гибкости и инновационности изменят правила игры. Так какие же пути развития у российской электроники и в каком направлении двигаться нашей стране? Эти и другие вопросы обсудили лидеры электронной отрасли на дискуссионном баттле.



Представители крупнейших российских компаний радиоэлектроники впервые сразились в дискуссионном баттле «Российская электроника. Взгляд в будущее», организованном Группой компаний Остек совместно с ITE Group. Баттл прошел весной этого года в рамках деловой программы выставок ExpoElectronica и ElectronTechExpo 2019.

Новый для отрасли формат дискуссии позволил взглянуть на поднятые вопросы под разными углами и перейти в режим генерации новых идей, что крайне

сложно сделать в рамках выступлений с докладами в режиме монолога либо последовательном изложении точек зрения.

В ходе словесного поединка ключевые фигуры отрасли высказали свои мнения по двум основным вопросам: готовность страны к внедрению технологий Индустрии 4.0 и стратегия развития отрасли радиоэлектроники. Участники разделились на 2 команды, отстаивающие противоположные точки зрения: «за» – **«Синие»** и «против» – **«Красные»**.

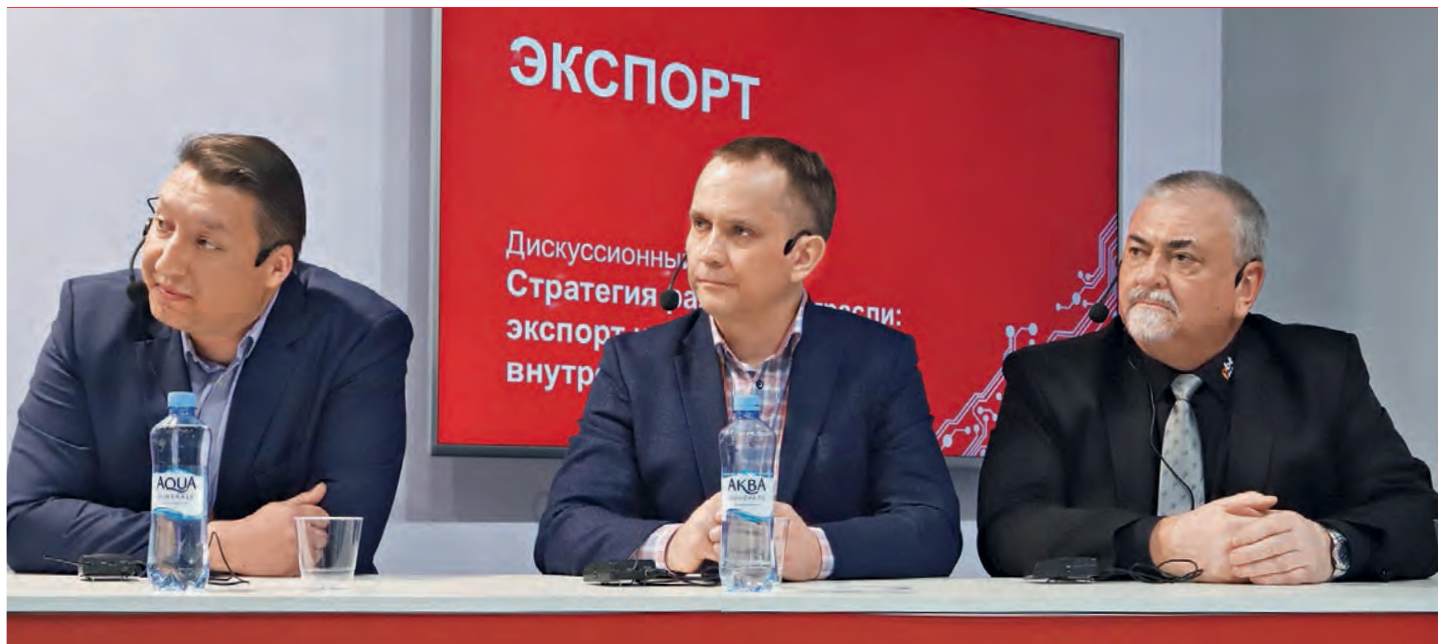
Участники баттла

Константин Чернов, Bosch Rexroth
Андрей Колесников, Ассоциация интернета вещей
Константин Бачурский, АО «Концерн «Калашников»
Александр Ставцев, АО «Протон-Электротекс»
Иван Покровский, АРПЭ
Михаил Павлюк, АО «ПКК Миландр»
Вратислав Людвик, PBT Works
Николай Плис, АО «Ангстрем»

Михаил Какоулин, IMEC
Александр Калентьев, Национальная инжиниринговая корпорация
Михаил Фельдман, АО «ЦНИИ «Электроника»
Николай Дмитриев, НПО СтарЛайн
Валерий Казарин, консультант по бережливому производству

Модератор баттла

Евгений Липкин, генеральный директор ООО «Остек-СМТ», автор книги «Индустрия 4.0»



Раунд 1. Индустрия 4.0. Готова ли Россия к новой промышленной революции?

В первом раунде команда **«Синих»** высказала мнение, что Россия готова к четвертой промышленной революции. **«Красные»** отстаивали позицию, что в России еще не сформированы предпосылки для новой промышленной революции.

Вопросы, поднятые в первой части баттла:

- Что такое «Индустрия 4.0» и что российские компании подразумевают под этим словом?
- Индустрия 4.0: «хайп» или реальный инструмент сокращения издержек производства?
- Есть ли в России реальные предпосылки к развитию новых технологий автоматизации производства?
- Какие есть подводные камни при внедрении новых технологий?
- Во что это обойдется и кто будет за все это платить?

Свое мнение высказал **Константин Бачурский**: «В Группе компаний «Калашников» часть программных решений, являющихся неотъемлемой частью Индустрии 4.0, внедряется или уже внедрена (MES, PLM, SKADA, WMS, ERP и другие), часть мы разрабатываем сами, частично используем готовые решения и внедряем либо собственными силами, либо силами внешних интеграторов. Также на базе нашего станкостроительного производства разрабатывается проект гибридного станка с числовым программным управлением с использованием аддитивных технологий. Однако несмотря на все разнообразие передовых технологий, используемых на наших предприятиях, мы считаем, что еще не готовы к Индустрии 4.0».

Его оппонент из команды «Красных» **Константин Чернов** напротив заявил, что их компания «пропагандирует философию Индустрии 4.0, которая заключается в том, чтобы в мелкосерийном производстве применять технологии, используемые при массовом производстве. Именно Индустрия 4.0 позволяет предприятию максимально комфортно, быстро и прозрачно перейти от производства для массового сегмента к выпуску мелкосерийной продукции».

В первом раунде большинством зрительских голосов победили **«Красные»**, но с небольшим перевесом, что позволяет говорить о том, что Россия пока еще не готова к четвертой промышленной революции.

Модератор баттла **Евгений Липкин**, отвечая на этот вопрос, считает, что вопрос о готовности необходимо разделить на две составляющие: первая – моральная готовность, а вторая – компетенции и техническая база: «Моральная готовность, как мне кажется, у нас присутствует в высокой степени. Я много общаюсь с руководителями предприятий и вижу огонь в глазах и желание что-то изменить в правильном направлении. Встречаю много примеров, когда за счет энергии отдельных личностей и небольших команд буквально на глазах преобразуются крупные предприятия. Из моих наблюдений: мотивация на изменения в России и, например, Германии, не сильно отличается. Разница в компетенциях и технической готовности. Так уж получилось, что активная фаза того, что сейчас называют «Индустрией 3.0», пришлась на то время, когда наша страна переживала не самые простые времена: раз-



валилась страна, на руинах которой люди думали не о прогрессе, а о выживании. В итоге мы многое не смогли сделать и в ряде областей очень сильно отстали. Если в той же Германии технологии Индустрии 4.0 внедряются на крепкий фундамент, выстроенный в период автоматизации производственных процессов, то есть Индустрии 3.0, то в России мы пытаемся построить современные производства на очень неустойчивом основании. Хромают компетенции и цифровая грамотность; техническое оснащение предприятий часто не соответствует современным требованиям; нормативная база по многим направлениям отсутствует и сейчас создается с нуля».

Раунд 2. Стратегия развития отрасли: экспорт или развитие внутреннего спроса?

Во втором раунде команда «Синих» отстаивала приоритет внутреннего спроса, «Красные» считали необходимым сфокусировать усилия на продвижении на внешние рынки и развитии экспорта.

Вопросы, поднятые во второй части баттла:

- Стоит ли фокусировать усилия на развитии экспорта и продвижении на внешние рынки?
- Или важнее сосредоточить внимание на формировании внутреннего спроса?
- Поддержка отечественного производителя.
- Как представители зарубежных компаний воспринимают российский рынок, на что могут рассчитывать отечественные производители на внешнем рынке?
- Санкции, защита импорта, ограничение международной торговли.

Михаил Павлюк отстаивал точку зрения команды «Синих»: «Относительно стимулирования внутреннего рынка и поддержки отечественного производителя можно сказать, что на сегодня, несмотря на все эти санкции, происходит консолидация и Правительства, и банковской системы, и тех бизнесменов, которые хотят и могут участвовать в развитии радиоэлектронной промышленности. Например, в Фонде развития промышленности выдается кредит под очень выгодные проценты, если вы, допустим, хотите сертифицировать свою продукцию за рубежом, государство возвращает затраты на сертификацию. Кроме того, сегодня многое делается со стороны Правительства для защиты умных решений по информатизации сетей, сбору информации».

Александр Ставцев придерживался мнения о том, что нужно сфокусировать усилия на продвижении на внешние рынки и развитии экспорта: «Сейчас, конечно, все больше и больше мы видим на рынке, что слова «Россия» или «российский продукт» становятся все более токсичными. Многие компании не могут делиться технической информацией с российскими специалистами. Если мы планируем работать с какой-нибудь компанией, то мы должны проанализировать условия применения продукта и обеспечить определенную поддержку. Действительно, основное правило сегодня – надо продавать не просто продукт, а сервис, надо продавать решения, полностью сопровождать сделку и, конечно же, требуется обратная связь. Поэтому, безусловно, смягчение политической ситуации для такого глобального бизнеса, причем двухстороннего – как продаж, так и закупок комплектующих и материалов – необходимо и востребовано. Мы считаем, что наша сила и одновременно, конечно, слабость в том, что мы развиваемся на свои деньги. Мы не избалованы мерами господдержки, и это заставляет нас быть в тонусе. Да, минус в том, что мы не можем бежать так быстро, как хотелось бы. Но, тем не менее, работать с из-



держками, присутствуя на глобальном рынке, это вполне стимулирует».

Во втором раунде «Синие» одержали победу на зрительском голосовании с позицией продвижения на внутреннем рынке.

Размышляя о перспективах развития отрасли – ориентация на экспорт или развитие внутреннего спроса – **Евгений Липкин** отметил, что здесь уместнее рассуждать в привязке ко времени: «На первом этапе разумнее укрепиться на внутреннем рынке. Это позволит нарастить потенциал для дальнейшего развития экспорта. Сегодняшняя международная ситуация не очень располагает к выходу на внешние рынки, так как протекционизм бьет все рекорды, прежние международные соглашения уже не работают. Сейчас каждый сам за себя. В перспективе надо создавать уникальные высокотехнологичные продукты, которые могут занять достойное место в мировом масштабе. У нас есть успешные примеры и сегодня. Их немного, но они есть. Но перед тем как выпускать продукцию на внешний рынок, мне кажется, стоит дать возможность предприятиям укрепиться, обкатать решения на внутреннем рынке и накопить ресурсы для конкуренции в глобальном масштабе».

Временные рамки мероприятия позволили поднять только два вопроса, волнующие отрасль, но это был хороший старт для продолжения дискуссий по остальным важнейшим вопросам отрасли в будущем. Баттл получился ярким и в отдельные моменты эмоции участников зашка-

ливали настолько, что казалось, ситуация может выйти из-под контроля.

Евгений Липкин так объясняет успех мероприятия: «Во-первых, поднятые темы оказались актуальными, во-вторых, команды экспертов были подобраны из увлеченных людей с активной позицией по обсуждаемым вопросам, в-третьих, все участники мероприятия тщательно подготовились, за что им отдельное спасибо».

Римма Мангушева, директор выставок ExpoElectronica и ElectronTechExpo, отмечает, что первый опыт проведения мероприятия в формате баттла оказался очень позитивным: «Отрасль у нас активная, и людям всегда хочется поучаствовать в чем-то необычном. Новый формат не предполагает привычных презентаций, но вовлекает в дискуссию о важных вопросах не только спикеров, но и слушателей из зала, которые в ходе живого голосования могли выразить свою позицию. Я наблюдала, какие «страсти» кипели на площадке, как разделились мнения в зале, как модератор Евгений Липкин умело управлял дискуссией. Мы планируем продолжать развивать этот формат на нашей выставке, будем поднимать актуальные для отрасли вопросы и пытаться вместе с сообществом профессионалов находить пути решения задач. В следующем году мы хотим дополнить деловую программу такими форматами как форсайт-сессии, хакатоны, лектории. Уверена, это будет интересно».

До встречи на баттле в 2020 году!



Новый язык управления производством

LOGOS

Цифровая
система
управления



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

Протестируйте систему бесплатно!*

Преимущества системы

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

* Скачайте бесплатную демонстрационную версию ЦСУП LOGOS на сайте www.logos-system.ru.



будущее
создается

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



ТЕХНОЛОГИИ

МИКРО- ЭЛЕКТРОНИКА? НА ЗДОРОВЬЕ!

Текст: Михаил Назаркин
Владимир Команов

”

В XXI веке осталось совсем немного медицинских устройств и систем, в составе которых отсутствует электронная «начинка». Развитие микроэлектроники, точной механики приводит к появлению приборов, о которых два-три десятка лет назад невозможно было и подумать. Особенно отчетливо эта динамика проявляется в сегменте компактных устройств медицинского назначения, как носимых, так и имплантируемых. Рынок таких устройств растет сегодня и будет расти в обозримом будущем.

Т 1

Рост продаж российского рынка глюкометров, 5 месяцев 2018 года

РЕЙТИНГ	БРЕНД	ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	ОБЪЕМ ПРОДАЖ		ДОЛЯ, %		ПРИРОСТ, %, 5М 2018/5М 2017	
			МЛН РУБ.	ТЫС. УПАК.	В РУБ.	В УПАК.	В РУБ.	В УПАК.
1	Accu-Chek	F.Hoffmann-La Roche, Швейцария	173,7	219,4	41,60 %	45,00 %	31,20 %	49,00 %
2	One Touch	Johnson & Johnson, США	136,3	174,2	32,60 %	35,70 %	-10,00 %	26,30 %
3	«Сателлит»	ООО «Компания «Элта», Россия	75,6	59,5	18,10 %	12,20 %	33,20 %	34,30 %
4	Contour TS	Bayer, Германия	18,4	22,3	4,40 %	4,60 %	11,50 %	-1,50 %
5	Easy Touch	Bioptik, Тайвань	4,5	1	1,10 %	0,20 %	24,60 %	39,50 %
Топ-5			408,5	476,4	97,80 %	97,70 %	13,20 %	35,00 %

Нет необходимости описывать масштабы проникновения электроники во все сферы общественной и личной жизни людей. Всё – от плеера с тысячами записей до глобальных систем позиционирования – может существовать только благодаря развитию электронной техники и создающих ее технологий.

Естественно, медицина и, шире, здравоохранение также подпадают под эту глобальную тенденцию. Практически любая система медицинского назначения, от весьма габаритных рентгеновских томографов и аппаратов лучевой терапии до карманных глюкометров и совсем маленьких имплантируемых нейростимуляторов, сегодня включает электронный блок или ряд блоков, выполняющих в том или ином сочетании и объеме функции приема первичных данных от датчиков, функции преобразования, визуализации, передачи, хранения информации, а также формирования целевых стимулирующих сигналов. В большинстве систем и устройств используются чувствительные элементы, которые имеют различное назначение и работают на разных физических принципах. Это могут быть детекторные рентгеновские матрицы, или УФ-датчики систем бактерицидной очистки лекарств, или ИК-сенсоры для измерения температуры, или модули типа «лаборатория на кристалле» в составе аналитических и контрольных приборов, или сотни других разновидностей детектирующих и измерительных устройств.

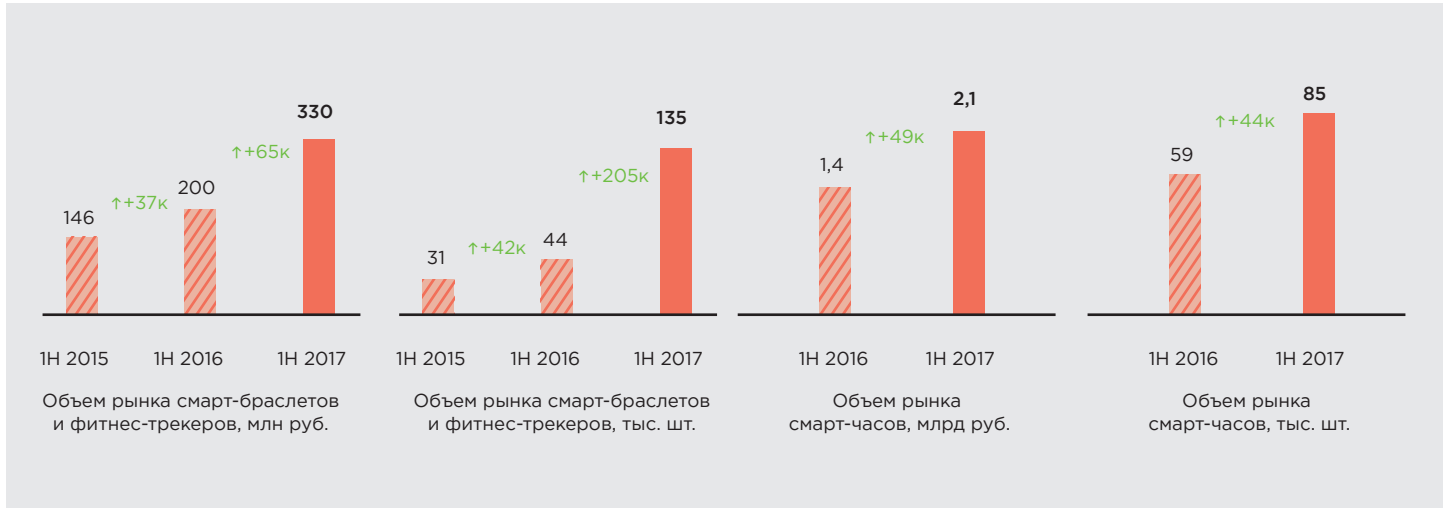
Развитие микроэлектроники привело к тому, что многие медицинские приборы из стационарных или, в лучшем случае, переносных установок пре-

вратились в компактные, в том числе имплантируемые, устройства и конструкции индивидуального использования. С точки зрения производителя их можно разделить на две группы. Первая группа – это собственно электронные устройства, в состав которых как обязательный компонент входит тот или иной электронный узел. Это глюкометры, кардио- и нейростимуляторы, «умная» электроника: часы, браслеты с функциями мониторинга параметров жизнедеятельности организма и многое другое. Вторая группа – изделия медицинского назначения, при изготовлении которых применяются техноло-



1

Показатели роста розничных продаж глюкометров



2

Рост рынков устройств, предназначенных для поддержки занятий спортом и оздоровления: а) рынок фитнес-браслетов; б) рынок смарт-часов

гии, общие с технологиями электронных и микроэлектронных производств: искусственные клапаны сердца, коронарные шунты, некоторые виды протезов и т.д.

Производство носимой и имплантируемой электроники медицинского назначения демонстрирует высокие темпы роста. Так, например, по данным ежемесячного розничного аудита компании DSM Group, пять линеек глюкометров, суммарно занимающих около 98 % российского рынка, в первые пять месяцев минувшего года показали следующую динамику, которая представлена в **Т 1**¹.

В целом за этот период через российские аптеки было реализовано 487,6 тыс. упаковок глюкометров на сумму 417,8 млн рублей; это на 35,3 % больше по сравнению с аналогичным периодом 2017 года в натуральном выражении и на 13,5 % – в денежном (рис **1**)².

Причины отставания роста выручки от увеличения физического объема продаж понятны: поддержание конкурентоспособности на устоявшемся традиционном рынке, каким является рынок глюкометров, требует от производителей совершенствования технологий, снижения издержек и, в конечном итоге, уменьшения себестоимости и поставочной цены изделий. Как результат – средневзвешенная стоимость одного глюкометра за указанный период снизилась на 16,1 %.

Примерно такое же положение наблюдается на рынке кардиостимуляторов. По данным DISCOVERY Research Group, объем этого рынка в России в 2016 году составил 16 078,7 тыс. долл. в стоимостном выражении и 37 353 шт. в натураль-

ном; при этом в натуральном выражении рынок вырос на 21,6 %, а в стоимостном – даже снизился на 0,4 %³. При этом генеральной тенденцией остается рост продаж кардиостимуляторов, поскольку объективные причины, определяющие увеличение спроса, остаются актуальными. Эксперты аналитической компания Statistics MRC считают, что мировые продажи кардиостимуляторов к 2023 году достигнут объема 15 млрд долл. Таким образом, отталкиваясь от суммарной выручки мировых производителей в 2016 году, составившей 8,01 млрд долл., средние темпы роста на этот период прогнозируются на уровне порядка 9,3 % в год⁴.

Приведенные выше примеры относятся к медицинским устройствам, которые применяются уже в течение нескольких десятилетий; рост объемов продаж такой техники устойчив на длинных промежутках времени, но не отличается высокой скоростью. Наука и технологии постоянно развиваются, и на рынок выходят новые классы устройств, в том числе предназначенных не для узко медицинских целей, а для помощи человеку в поддержании здорового образа жизни и спортивных занятиях.

Так, несколько лет назад российский потребитель начал знакомиться со смарт-часами, в функции которых, в числе прочего, входят некоторые элементы контроля физиологических параметров организма, и фитнес-браслетами, специально предназначенными для контроля показателей здоровья в процессе физических упражнений.

Эти гаджеты пришли к нам немного позже, чем начали свою экспансию по планете, поэтому их продажи демонстрируют чрезвычайно высокую

¹ <https://click.ru/HEMFV>

² <http://zdrav.expert/a/418143>

³ <https://drgroup.ru/527-analiz-rinka-kardiostimulyatorov-v-rossii.html>

⁴ <https://click.ru/HErkk>

динамику. На рубеже 2016 и 2017 годов отечественный рынок фитнес-браслетов пережил буквально взрывной рост, особенно в натуральном выражении; продажи смарт-часов в том же периоде выросли не столь резко, но тоже весьма значительно (рис 2)⁵.

Тенденция распространилась на весь 2017 год: по его результатам продажи «умных часов» составили 274 тыс. единиц (150 % роста) и 6 млрд руб. (81 % роста), а фитнес-браслетов – 474 тыс. штук (годовой рост 250 %)⁶.

Мировой рост в том же году оказался гораздо скромнее: «умных» часов и браслетов было продано 115,4 млн шт. – только на 10,3 % больше, чем в предыдущем. Глобальные прогнозы дают примерно тот же рост: по оценкам экспертов, в 2019 году в мире будет продано 85 млн «умных» часов всех разновидностей, а в 2022 году продажи составят уже 137 млн штук⁷.

У нас же пока темпы только увеличиваются: в 2018 году продажи «умных» часов в натуральном выражении выросли в 2,4 раза, составив 690 тыс. шт., принеся вендорам 12,9 млрд руб., а фитнес-браслетов – даже в 3,3 раза, до 1,3 млн шт., проданных суммарно за 2,9 млрд руб⁸.

«Умные» часы, а затем и фитнес-браслеты стали «первыми ласточками» обширной категории массовых электронных устройств, получившей название носимой электроники или, по-английски, wearables. Эта категория объединяет технику самого различного назначения; например, к ней относятся очки и шлемы виртуальной реальности, применяемые как для досуговых, так и для профессиональных целей. Но и здесь значимые, а скорее, лидирующие позиции занимают носимые устройства, способные решать задачи персонализированного здравоохранения – как в числе прочих своих функций, так и специально для этого предназначенные.

Конструктивное исполнение устройств медицинской носимой электроники, помимо уже упомянутых часов и браслетов, крайне разнообразно. Устройства форм-фактора hearables (вставляются в уши и работают через слух), такие, как Gear IconX от Samsung и Bragi Dash, отслеживают дистанцию, калории, скорость, сердечный ритм. «Умный носок» Owlet Smart Sock ведет мониторинг сердцебиения и дыхания младенца. Те же шлемы дополненной реальности, например, для велосипедистов, помимо навигационных подсказок выдают важные для этого вида спорта данные по активности своего обладателя, а «умная» одежда Athos анализирует работу



3 Прогноз рынка носимой медицинской электроники

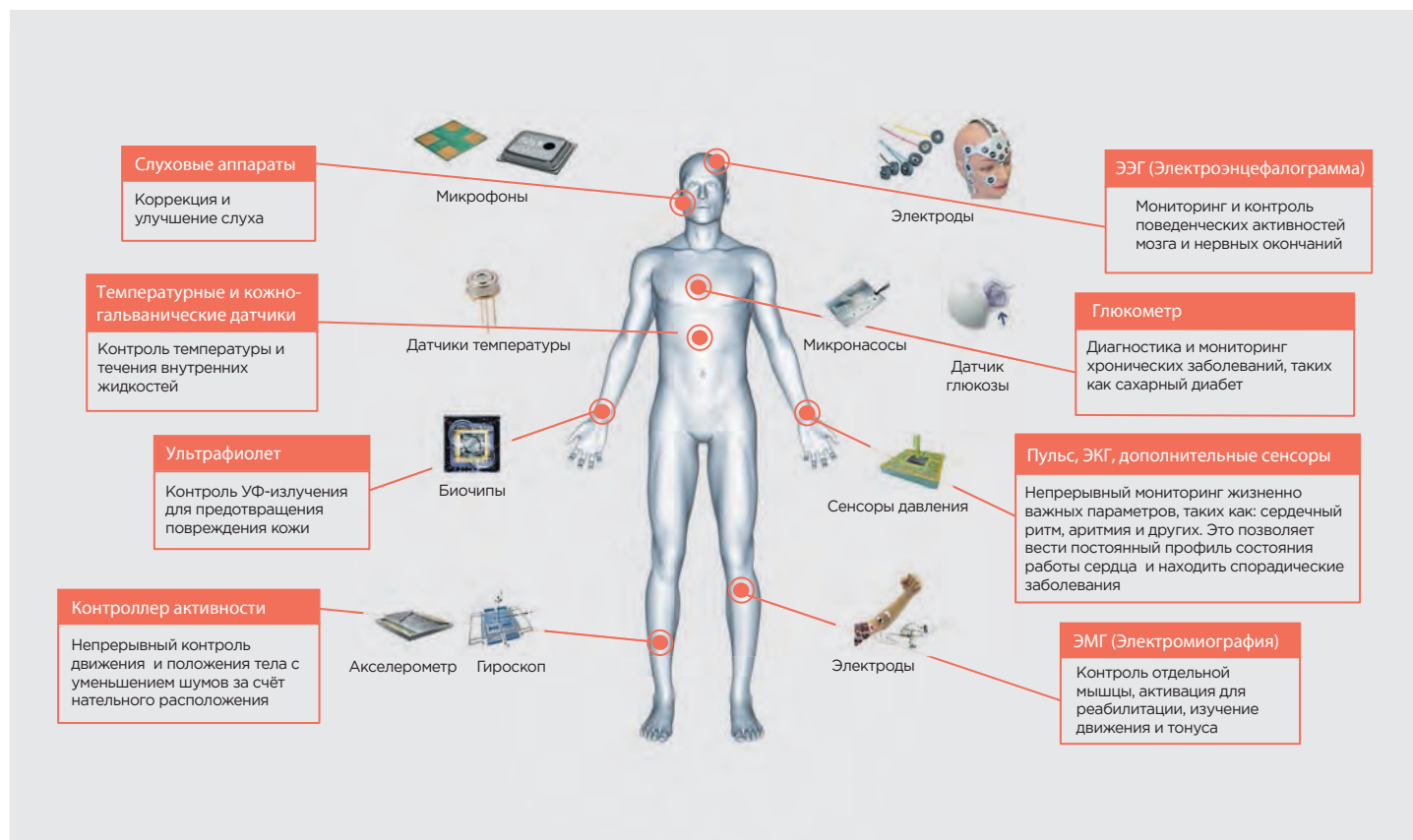
мышечных групп. Появились «умные» аксессуары и бижутерия, а Google занимается глотаемыми капсулами с функциями сенсоров, которые смогут выполнять широчайший круг задач: от измерения уровня алкоголя до безболезненного гастроскопического обследования⁹.

Современные устройства «классической» носимой и имплантируемой медицинской электроники – водители сердечного ритма, инсулиновые помпы и т.д. – оснащенные интерфейсами дистанционного обмена данными, сегодня также относят к категории wearables.

Эксперты известной французской компании Yole Development в докладе, выпущенном в 2019 году, прогнозируют рост совокупного рынка медицинской носимой электроники на 31 % ежегодно с достижением к 2024 году объема 32 млрд долл. (рис 3)¹⁰. Особенность этого рынка в том, что он представляет интерес для двух крупнейших промышленных групп: с одной стороны, на него выйдут традиционные изготовители медицинской техники, рассчитывая увеличить таким образом свои продажи; с другой стороны, туда стремятся производители потребительской электроники, привлекаемые огромными объемами рынка здравоохранения.

⁵ <http://itnan.ru/post.php?c=2&p=294419>
⁶ <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2018/03/05/752800-rinok-chasov>
⁷ <https://www.vestifinance.ru/articles/109696>
⁸ <https://vc.ru/tech/58480-prodazhi-fitness-trekerov-v-rossii-vyrosli-v-3-3-raza-v-2018-godu>

⁹ <https://rb.ru/longread/wearable-world>
¹⁰ Medical Wearables: Market and Technologies. Trends-2019.Yole Development, www.yole.fr



4

Разновидности сенсоров, применяемых в устройствах носимой медицинской электроники

Об этом же свидетельствуют корпоративные поглощения, когда, например, Google приобретает производителя косметики Glimpse, а крупнейший производитель медицинского оборудования Medtronic вкладывается в покупку израильской фирмы Nutrino Health, занимающейся аналитикой в области здорового питания. Сумма инвестиций в подобные сделки с 2016 года, по подсчетам Yole Developpement, составляет впечатляющую цифру – 900 млн долл.

Отдельный интерес представляет собой такой сегмент рынка wearables, как сенсоры для носимой медицинской электроники (рис 4), в которых наиболее полно реализуется потенциал микроэлектронных и сопутствующих им технологий. Производители этих устройств, так же как изготовители встраиваемых электронных модулей для преобразования сигналов, обработки и передачи информации, предлагают разработчикам wearables оптимизированные решения, готовые к интеграции в их приборы и гаджеты, тем самым облегчая и ускоряя выход на рынок конечной продукции и при этом обеспечивая себе встраивание в цепочку производства изделий с высокой стоимостью.

Ежегодный рост этого сегмента в 2018–2024 годах специалисты Yole Developpement оценивают в 21,6 % с достижением уровня 2,8 млрд долл. в конце этого периода.

Приведенные примеры показывают, что уверенные перспективы рыночного роста характерны для всех видов медицинской электроники: от давно известных глюкометров до футуристических «умных» брошек и браслетов. В завершение этой темы стоит вспомнить о второй группе, выделенной в начале статьи, – устройствах, в основном имплантируемых, не имеющих в своем составе электронных схем, но изготавливаемых с использованием технологических процессов, близких или прямо повторяющих процессы микроэлектронного производства. Объемы их продаж также очень значительны. Например, согласно данным MDpro, объем продаж коронарных стентов в России в 2017 году составил 6–6,5 млрд руб., в натуральном выражении – 160–170 тыс. изделий. Интересно отметить, что здесь серьезного результата добился отечественный производитель – компания «Стентекс», локализовавшая производство стентов известнейшей американской фирмы Medtronic: выручка «Стентекса» в том же году превысила 900 млн руб., то есть компании удалось занять восьмую часть всего российского рынка¹¹.

¹¹ <https://clck.ru/HHHC9>

Для российского бизнеса к общей привлекательности растущих рынков добавляются особенные условия, складывающиеся в последние годы в экономике страны. Национальные проекты по основным направлениям социально-экономического развития страны, утвержденные в декабре 2018 года, определяют общие целевые показатели и соответствующие бюджеты¹² по целому ряду конкретных федеральных проектов (ФП), и в их числе есть те, реализация которых потребует крупных поставок электроники медицинского и общеоздоровительного назначения. Это, в частности, ФП «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» и «Развитие сети национальных медицинских исследовательских центров и внедрение инновационных медицинских технологий» из состава национального проекта «Здравоохранение»; ФП «Укрепление общественного здоровья» и «Спорт – норма жизни», входящие в национальный проект «Демография». В сочетании с курсом на импортозамещение в фармацевтической и медицинской промышленности, также формализованном в правительственных документах, эти программы обеспечивают организационную и финансовую базу для стимулирования развития отечественного производства медицинской техники, в том числе носимой и имплантируемой.

«Вторым фронтом», на помощь которого могут рассчитывать изготовители современной медицинской электроники, являются реализуемые государством планы по выходу ведущих отраслей индустрии на новый технологический уровень. В них также содержатся меры по поддержке развития высокотехнологичных производств, включая объемы выделяемых на это средств.

В целом можно сказать, что в последние годы условия для выхода на рынок носимых и имплантируемых электронных медицинских устройств благоприятны по многим факторам. Тем не менее, даже приведенный выше результат «Стентекса» выглядит впечатляюще на фоне производства изделий других типов; так, все российские производители кардиостимуляторов – а их довольно много – в 2017 году изготовили их только 4,9 тыс. шт. при том, что в том же году было сделано около 60 тыс. операций по установке этих приборов.

Между тем на примере устройств группы wearables было показано, что крупнейшие игроки электронной отрасли стремятся найти свое место среди производителей медицинской техники. Это неудивительно – ведь они располагают практически всем набором необходимых технологий. Любая обработка сигналов – это электронный блок; датчики давления, температуры, перемещения и т.д., выпол-

ненные на современном уровне, – это гибридные микросборки, МЭМС, 3D-интегрированные микросхемы; миниатюрные анализаторы состава жидкостей и газов – это «лаборатория на кристалле»; рентгеновские матрицы – это в чистом виде микроэлектронная сборка. Список можно продолжить, а вывод будет один: хорошо оборудованное микроэлектронное производство – отличная база для реализации проектов в области носимых и имплантируемых медицинских устройств. Чтобы показать инвариантность такого производства по отношению даже не к лечебной/оздоровительной электронике, а к механическим имплантатам, возьмем в качестве примера изготовление коронарных стентов.

Есть одно категорическое требование, относящееся к любому устройству, имплантируемому в тело человека: оно должно быть максимально надежным, ведь в случае отказа быстрая замена невозможна, что создает угрозу здоровью, а иногда и жизни пациента. Гарантией надежности изделия может быть только высокое качество применяемых материалов и комплектующих и, что особенно важно на этапе создания производства, максимальное совершенство технологического процесса. Поэтому руководящий принцип при выборе технологии и реализующего ее оборудования можно выразить девизом «Процесс – это король!».

Совершенно не важно, что вы будете производить: сложные устройства со множеством функций или отдельные компоненты. Процесс главенствует. При подготовке проекта производства всегда присутствуют внешние и внутренние ограничения: недостаток или неудобство производственных площадей, отсутствие кадров с необходимой квалификацией, «тесный» бюджет, проблемы с материалами, интеллектуальными правами, ограничительные санкции на некоторые виды технологий и/или оборудования... Всё это должно быть взвешено и преодолено; выработка решений, которые безусловно обеспечивают качество технологии в жестких рамках имеющихся ограничений, и составляет суть совместной работы экспертов поставщика-интегратора и специалистов заказчика проекта на этапе комплектации и запуска нового производства.

Известны коронарные стенты четырех типов: проволочные (изготовленные из одной проволоки), тубулярные (вырезанные из цилиндрической трубки), кольцевые (собранные из отдельных звеньев) и сетчатые (в виде плетеной сетки). Изготовление всех четырех типов связано с резкой и сваркой; для простоты остановимся на тубулярном варианте конструкции.

При изготовлении тубулярных стентов наиболее широко используются трубки из нержавеющей стали (316LVM), никель-титановых (нитинол), титановых или кобальт-хромовых сплавов (L605, MP35N).

¹² <https://clck.ru/FPDeM>



5
Автоматическая установка лазерной резки Sigma компании Amada Miyachi

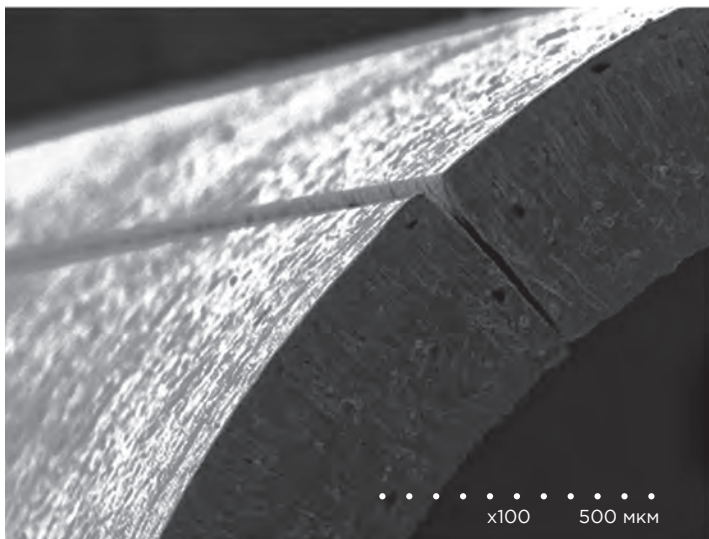
Процесс начинается с входного контроля материала на участке метрологии. Следующим шагом идет лазерная обработка трубок для получения индивидуального рисунка, который обеспечивает правильное раскрытие стента в сосуде и последующее удержание принятой формы; именно эта операция определяет механические свойства стента. К качеству реза предъявляют особые требования, поскольку от него зависит недопущение повреждения внутренних стенок сосу-

да при движении стента к месту установки, а также степень его механической стойкости. Сложность заключается в том, что качество реза напрямую связано со временем обработки; увеличение длительности операции ограничивает общую производительность линии, а также способствует развитию структурных изменений металла из-за перегрева при длительном взаимодействии трубки с лазером.

Высокое качество и скорость реза может обеспечить мощный пикосекундный лазер. Именно такое решение представляет компания Amada Miyachi (США) в автоматической системе лазерной обработки Sigma (рис 5). Данная система может быть оснащена пикосекундным лазером мощностью до 40 Вт, модулем автоматической подачи трубки в зону реза, жидкостным охлаждением зоны реза и отображением полученного изделия на мониторе для подробного визуального контроля.

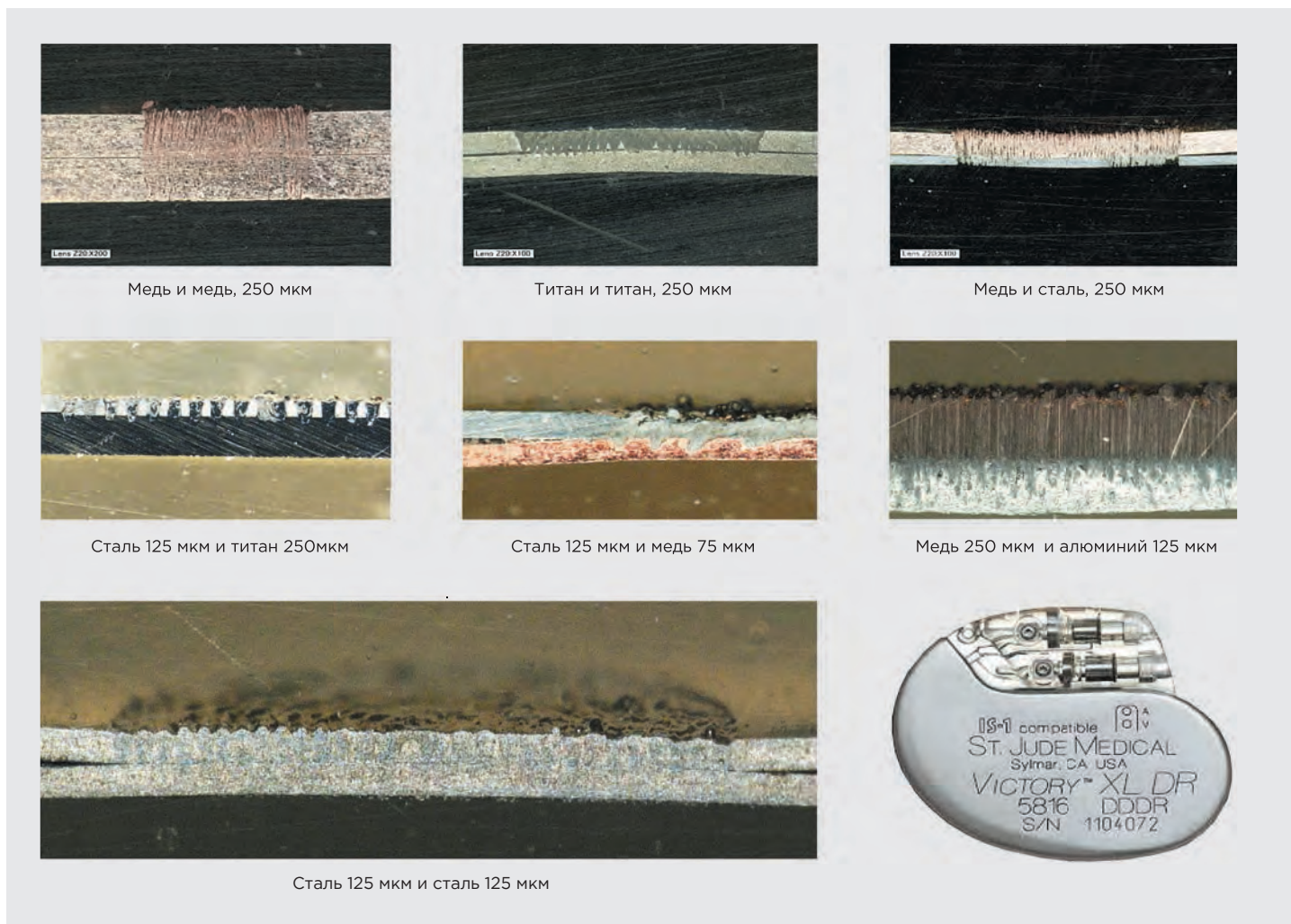
В качестве отличительных особенностей установки можно отметить компактность, станину из композитного материала с гранитной плитой, высокоточную систему позиционирования и перемещения по 4 осям (X, Y, Z, θ), пользовательский интерфейс в едином окне, удобство доступа ко всем элементам управления, упрощающее обслуживание установки. Система позволяет работать с трубками длиной до 3,6 м и диаметром от 1,7 мм. На рис 6 представлены фотографии реза стальной трубки толщиной 0,38 мм.

Среди большого разнообразия образцов своей техники компания Amada Miyachi предлагает решения и для сварочных работ, в том числе автоматы лазерной сварки, которые могут использоваться для изготовления проволочных и сетчатых стентов, герметизации имплантируемых кардио- и нейро-



6
Микрофотография поперечного реза стальной трубки, полученного на установке лазерной резки Sigma, без дальнейшей обработки поверхности. Из архива компании Amada Miyachi





7
Примеры фотографий сварных соединений, полученных на установке компании Amada Miyachi

стимуляторов, а также для создания рентгеноконтрастных меток на имплантируемых устройствах. Совершенствование технологии лазерной сварки компанией Amada Miyachi позволило добиться сварки таких материалов как медь, титан, сталь и алюминий. На рис 7 представлены фотографии сварных соединений.

Следующим производственным этапом в процессе изготовления стентов является температурная обработка для восстановления кристаллической структуры материала – устранения дефектов, вызванных лазерной резкой. Высокоточные вакуумные печи с регулируемой атмосферой серии Vacunite производства компании Centrotherm (Германия) (рис 8) могут стать удобным и эффективным инструментом не только для контролируемой обработки металлов и сплавов, но и для вакуумной пайки при монтаже электронных компонентов и сборке электронных узлов.

Разработанный специалистами компании Centrotherm температурный профиль проведения процессов с контролем температуры, давления и состава

газовой смеси позволяет добиться высокой однородности температуры по всей площади рабочей поверхности, а также обеспечить удаление микропузырьков газа из припоя, обеспечивая высочайшее качество паянных соединений. Запатентованная технология позволяет достичь высокой производительности без ущерба качеству. Старшие модели в серии могут соединяться в функционально замкнутые кластеры с автоматическим роботом-манипулятором для загрузки и выгрузки образцов, а настраиваемое положение рабочих полок внутри печи дает возможность обрабатывать негабаритные изделия и оптимизировать использование рабочего объема установки.

Стоит добавить, что номенклатура продукции компании не ограничивается сравнительно небольшими вакуумными печами; Centrotherm предлагает термическое оборудование для всех процессов кремниевого производства, в том числе установки высокой производительности¹³.

¹³ Подробную информацию можно получить у специалистов «Остек-ЭК» – официального дистрибьютора компании Centrotherm.



8

Вакуумная печь с регулируемой атмосферой Vacunite 12 компании Centrotherm

Продолжая придерживаться последовательности операций при изготовлении коронарных стентов, отметим, что следующим после термообработки этапом является нанесение покрытия из лекарственного состава. Партнер компании «Остек-ЭК», фирма Nordson Asymtek (Нидерланды), предлагает свои технологические решения в области дозирования и нанесения тонких покрытий. Эти установки также могут быть использованы для дозирования паяльной пасты или клея на место посадки кристалла, нанесения тонких органических покрытий для влагозащиты паянных соединений, герметизации особо чувствительных к внешней среде или вибрации компонентов. Модельный ряд установок дозирования начинается с настольных систем Dispense Mate с подвижным столиком и регулируемой головкой и заканчивается высокопроизводительными установками конвейерного типа с двумя рабочими головками и двойным конвейером для увеличения производительности за счет снижения времени на операцию загрузки/выгрузки изделий. Встраиваемые в поточную линию системы УФ-полимеризации и видеоконтроля полученных пленок позволяет зна-

чительно повысить качество покрытий и, в результате, выход годных.

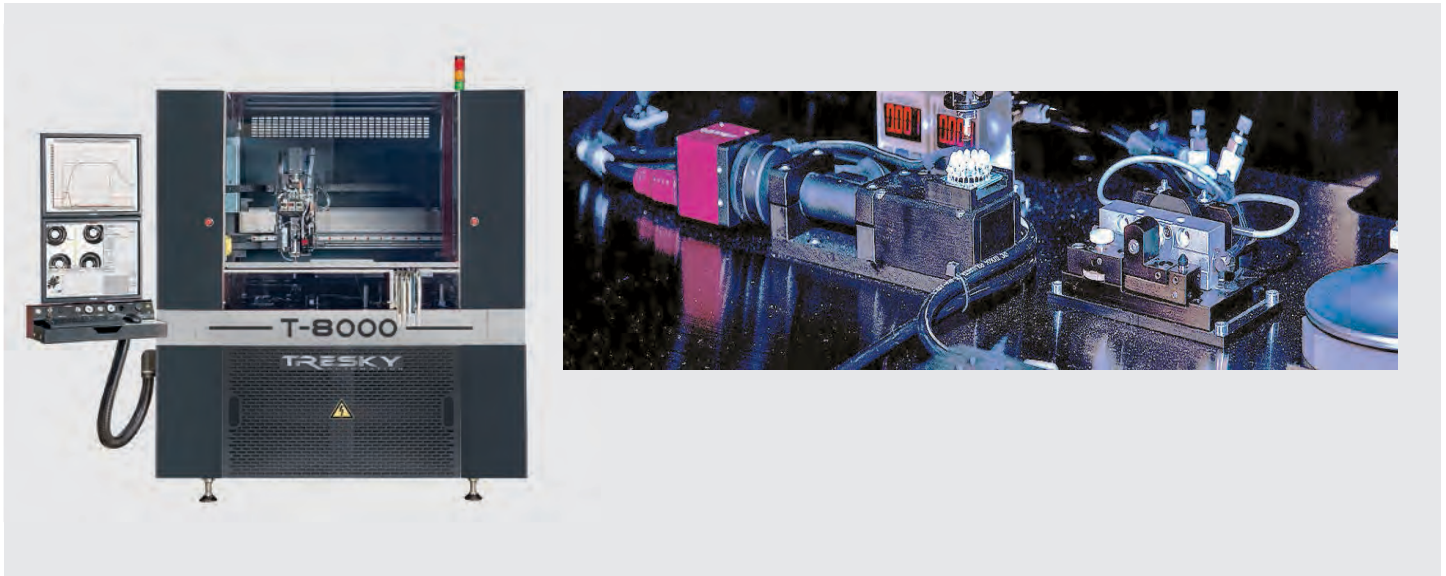
Сегодня при производстве обычного сотового телефона или «умных» часов используется порядка 150 операций дозирования/нанесения тонких пленок. Это говорит о том, что развитие собственного производства носимой электроники не обойдется без подобного оборудования. Огромный опыт Группы компаний Nordson позволяет опираться на их решения при реализации нового проекта.

При обсуждении процессов микроэлектронного производства нельзя не упомянуть столь необходимую технологическую операцию как высокоточный монтаж кристаллов и компонентов. Для него существуют установки ручного, полуавтоматического и автоматического монтажа, производимые компаниями Dr.Tresky (Швейцария) и Tresky Automation (Германия). Их технический уровень можно оценить, ознакомившись с характеристиками автоматической системы монтажа кристаллов T-8000G компании Tresky Automation (рис 9).

Установка T-8000G – это полностью автоматизированная система монтажа кристаллов и компонентов с достаточно большой пропускной способностью, предназначенная для решения любых задач НИОКР, опытного и среднесерийного производств. Обширная рабочая зона позволяет работать с 12-дюймовыми пластинами, гранитное основание обеспечивает высокую точность и долговременную повторяемость позиционирования при монтаже. Подача заготовок может осуществляться из магазинов и по конвейерной линии, захват кристаллов возможен из тары типов Waffle-Pack и Gel-Pack, а также с пленочного носителя с использованием механизма подкола. Автоматическая система распознавания проста в управлении и обеспечивает возможность ручного монтажа кристаллов, графический интерфейс интуитивно понятен и удобен в управлении, обзор статуса систем в режиме меню дает быстрый доступ ко всем функциям.

Установки T-8000G – это открытая система с широким спектром применения и многочисленными опциями. В их числе – монтаж и сортировка кристаллов по картам годности, flip-chip монтаж (имеется специальная flip-chip камера для контроля совмещения), эвтектическая пайка в инертной среде, УФ-источник, головка дозирования клея/паяльной пасты, автоматическая смена инструмента (до 20 шт.), автоматическая калибровка позиционирования инструмента в трех плоскостях, фидер для подачи SMD-компонентов и ряд других. Из специфических опций можно отметить возможность захвата кристаллов или оптических линз без касания при помощи специально разработанного инструмента захвата, принцип действия которого основан на эффекте Бернулли.


Инженеры Tresky Automation понимают особые требования, предъявляемые медицинской индустри-



9
Установка высокоточного монтажа компонентов Tresky Automation T-8000G: а – внешний вид; б – устройство переворота кристаллов для монтажа по методу flip-chip (опция)

ей к точности и надежности всего производственного оборудования. Созданные ими системы монтажа кристаллов и компонентов T-8000G обеспечивают высокий уровень качества выполнения технологических операций и гибкость производственного процесса, необходимые в медицинской промышленности.

В рамках одной журнальной публикации невозможно описать все технологические этапы производства каждого вида носимых и имплантируемых

медицинских изделий, устройств потребительской электроники класса wearables. Цель данной статьи – показать специалистам электронных и микроэлектронных производств, что в их распоряжении уже имеется значительная часть технологий и машин, необходимых для выхода на эти перспективные рынки. Конкретные же перечни оборудования требуют специального рассмотрения для каждой задачи, которую может поставить перед собой производитель, взявшийся за один из таких проектов. И в этой работе ООО «Остек-ЭК» способно предоставить ему всестороннюю помощь. 

Проект для крупнейшего российского производителя глюкометров – зеленоградской компании «ЭЛТА».

Целью компании было расширение ее позиций на рынке за счет дополнения ассортимента предлагаемой продукции устройством, предназначенным для оперативной калибровки глюкометра. Устройство называется кодовой полоской, выполняется в форм-факторе обычных тест-полосок и поставляется вместе с ними – по одному устройству на упаковку. По сути, кодовая полоска представляет собой миниатюрный электронный узел; соответственно, для ее производства необходима автоматическая линия по монтажу и герметизации бескорпусных микросхем. Линия не очень сложная, не содержащая каких-то уникальных машин – оборудование, способное производить подобные изделия, есть на любом предприятии, занимающемся современной электронной сборкой. А рынок у такой продукции весьма велик – «ЭЛТА» планирует поставлять кодовые полоски в объемах, исчисляемых миллионами штук.

Специалисты «Остек-ЭК» провели всю необходимую работу от выбора оборудования до постановки и отработки технологического процесса, и в настоящее время проект находится в завершающей стадии реализации.

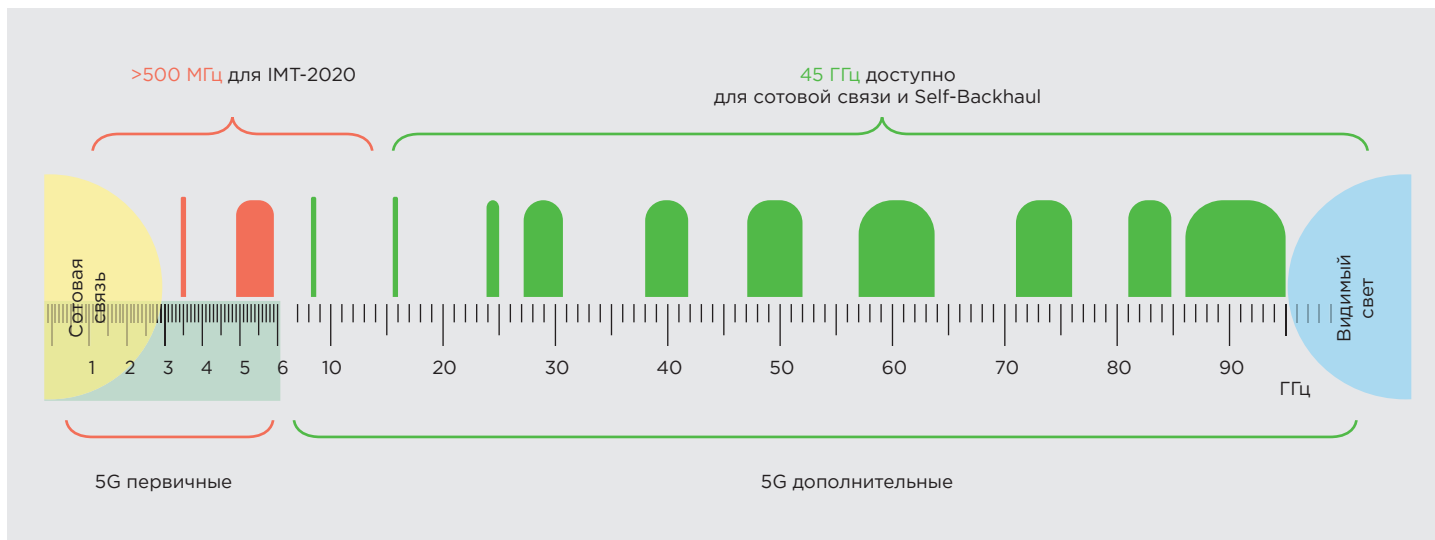
ТЕХНОЛОГИЯ uWLSI ИЛИ КАК ВЫВЕСТИ ГЕТЕРОГЕННУЮ ИНТЕГРАЦИЮ НА «АРЕНУ» 5G



Текст: Дмитрий Суханов

”

Системы связи поколения 5G предлагают огромные возможности для микроэлектронной индустрии устройств радиочастотного диапазона (РЧ). Они полностью переопределяют взаимодействие между существующими сетями, т.е. взаимодействие между РЧ-интерфейсом, сетью и модемом выйдет на совершенно новый уровень. Новые РЧ-диапазоны, лежащие в области 6 ГГц, а также в миллиметровом диапазоне длин волн, создают множество нетривиальных задач для микроэлектронной отрасли, которые необходимо решать при помощи абсолютно новых технологических подходов.



1 Частотные диапазоны для технологии 5G

Одним из решений этих задач, которое позволит существенно увеличить рынок мобильных устройств, является технология гетерогенной интеграции многоуровневых систем uWLSI (micro wafer-level system integration), благодаря которой открываются новые возможности на рынке и гонка за лидерство выходит на новую ступень.

Что такое 5G и что от нее ожидать?

5G – это сокращённое название пятого поколения мобильной связи (fifth generation), которое в обозримом будущем придет на смену существующим сейчас стандартам 3G и 4G. 5G включает в себя ряд технологий, многие из которых ещё находятся на стадии разработки. В основу 5G положена технология передачи данных в сети, в которой уровень управления сетью будет отделен от устройств передачи данных и реализован на программном уровне.

Для осуществления необходимого покрытия сети и ее доступности для абонентов в 5G будут использованы фазированные антенные решетки, способные динамически изменять свои диаграммы направленности. При этом планируется использование всего доступного частотного диапазона, в частности, участка полосы частот 5...6 ГГц, небольшого участка в районе 3,5 ГГц и миллиметрового диапазона длин волн, что потребует большого количества фильтров.

Применение участков частотного диапазона в миллиметровой области позволит существенно увеличить скорость передачи данных на коротких расстояниях, а участков в районе 3,5 ГГц и в области 5–6 ГГц – избавиться от существующих помех для сотовой связи.

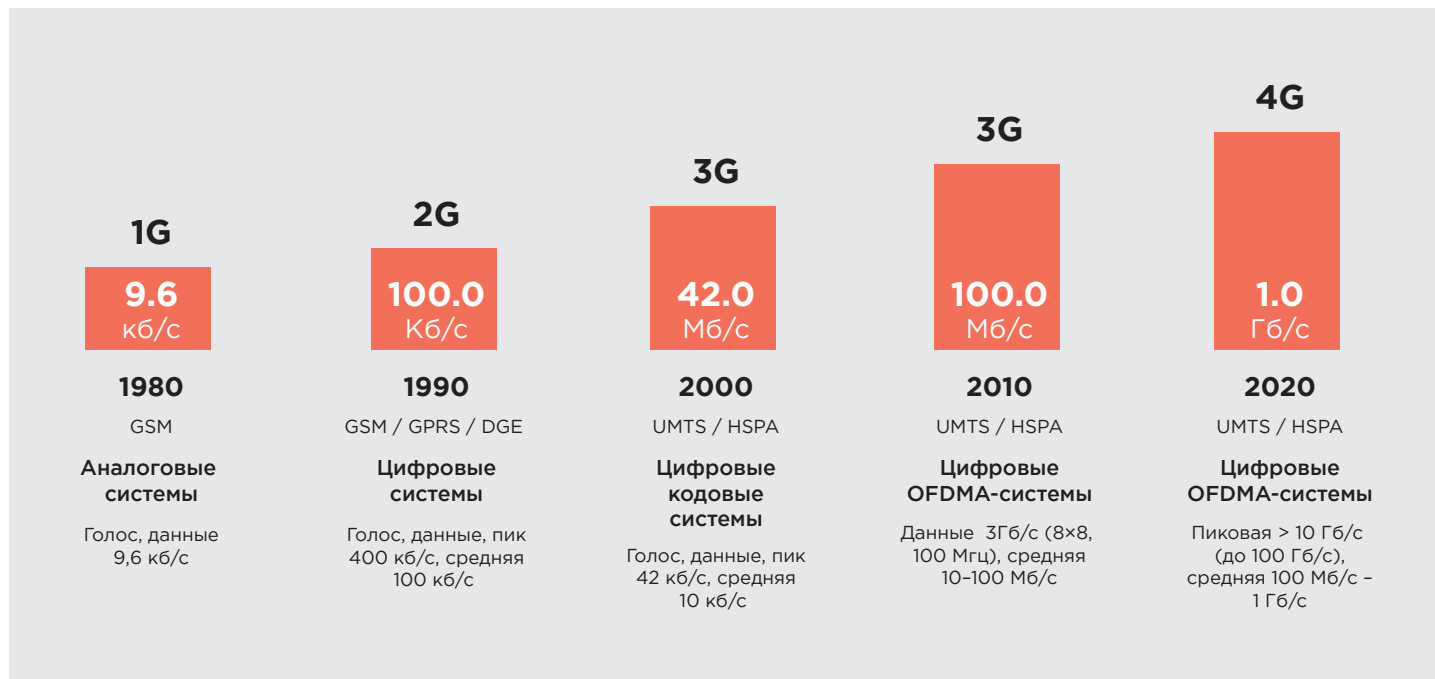
Что касается радиointерфейса 5G, то планируется увеличение спектральной эффективности в три раза по сравнению с сетями поколения 4G, что

будет способствовать увеличению передачи данных до трех раз при одной и той же ширине полосы пропускания, то есть около 6 бит/сек на 1 Гц. Новый радиointерфейс будет гибким, легко конфигурируемым и обратно совместимым с сетями 4G и 3G.

Кто будет бороться за лидерство на «арене» 5G?

Лидеры интерфейсной части – Broadcom, Qorvo, Skyworks и Murata – уже начали адаптироваться к частотам ниже 6 ГГц. Broadcom подготовились к появлению сверхширокой полосы 5G, объединив среднюю и верхнюю полосы с помощью технологии фильтра FBAR BAW, также компания владеет основным элементом для создания устройств для высоких и сверхвысоких частотных диапазонов. Skyworks недавно анонсировал платформу Sky5TM. Компания уже достигла нескольких побед в сегменте high-end с помощью своей платформы SkyOneR LiTE в дополнение к сегменту low-end и лидирующим позициям среди китайских OEM-производителей (Huawei, Oppo, Vivo, Xiaomi). У Qorvo аналогичный подход: широкий ассортимент продукции охватывает сегменты high-end и low-end на платформах RF FusionTM и RF FlexTM соответственно. Еще одна сильная сторона Qorvo – это возможности внутреннего тестирования и упаковки, которые обеспечивают быстрое время реакции и постоянные улучшения. Сфера рынка Murata в основном охватывает устройства низкочастотного диапазона, что превосходно подходит для растущего и разнообразного рынка модулей.

Qualcomm – это новый участник, который предлагает комплексное решение от модема до антенны. Пробный и успешный выход этого игрока на «арену» был в 2017 году с системами для РЧ-сегмента, и от них следует ожидать дальнейшего завоевания рынка и борьбы



2

Эволюция систем связи

за лидерство в ближайшем будущем, так как Sony XZ2 уже принял полное решение от Qualcomm.

Наряду с частотой ниже 6 ГГц интерфейсный модуль мм-диапазона полностью нарушит интерфейсную отрасль, представляя совершенно другое технологическое мышление, которое создаст новый путь к высокоскоростному доступу к данным. В то время как Qualcomm является одним из новых участников, явно позиционирующих себя в мм-технологии, все ведущие поставщики платформ – Intel, Samsung, HiSilicon и Mediatek – пока изучают эту новую возможность для бизнеса.

Радиочастотный диапазон ниже 6 ГГц всегда будет необходим для радиопокрытия и целостности линии, но с появлением технологии мм-волн будет уходить на второй план, особенно в плотных городских районах.

Что ожидать от рынка РЧ-мобильных телефонов наряду с сектором Wi-Fi?

По оценкам Yole Développement, данный рынок в 2023 году достигнет 35,2 млрд долларов. Очевидно, что развитие LTE является первой волной, но большая часть рыночных возможностей в среднесрочной перспективе будет предоставлена системам 5G. Необходимость двойного подключения, т.е. подключение нового диапазона радиосвязи 5G к LTE, предполагает развитие архитектуры внешнего интерфейса РЧ и дополнительных компонентов.

Не все компоненты будут демонстрировать одинаковый рост рынка. Фильтры, представляющие крупнейший сегмент интерфейсного РЧ-рынка с 2017 по 2023 год, увеличатся почти втрое. Этот рост будет происходить в основном за счет значительного

уровня проникновения фильтров для сверхвысококачественного диапазона, определяемого стандартом 5G. Другой пример – фильтры для совместного использования разнесенных антенн с Wi-Fi, поскольку полоса отклонения будет иметь решающее значение.

Рынок коммутаторов также будет расти благодаря добавлению нового радиочастотного тракта с реализацией 4x4 MIMO, что приведет к увеличению потребностей в разнесенных коммутаторах. Ожидается значительный рост рынка антенных тюнеров с проникновением технологии 4x4 MIMO. Эта технология будет обязательной для 5G.

Усилители мощности станут единственным рынком, который практически не изменится в течение данного периода. Рост рынка высокопроизводительных усилителей для LTE, особенно в области высоких и сверхвысоких частот, компенсирует сокращение рынка 2G/3G (в настоящее время этот рынок обрабатывается многорежимными и многоканальными усилителями мощности).

Какая сложность ожидает РЧ-интерфейсы?

Эволюция LTE привела к появлению сложной архитектуры в современных мобильных телефонах, в основном это произошло из-за агрегации операторов. Площадь антенны и доступное пространство под РЧ-плату были уменьшены, что повлекло за собой уплотнение компоновки элементов и уменьшение топологических норм. Наряду с этим все больше производителей мобильных телефонов переходили на более мощные усилители мощности и внедряли новое техническое исполнение



3 Перспективы рынка РЧ-мобильных телефонов наряду с сектором Wi-Fi

для совместного использования антенн между LTE и Wi-Fi. Включение полосы 600 МГц в низкочастотный диапазон стало еще одним вызовом для производителей, так как это повлекло изменение конструкций антенн и антенных тюнеров.

Поколение 5G открывает новые степени свободы для завоевания лидирующих позиций на рынке из-за появления новых радиодиапазонов на сверхвысоких частотах. Реформирование полосы частот с двойным подключением также будет способствовать росту ограничений для интерфейса связи между РЧ-устройством, сетью и модемом. Для интеграции новой полосы потребуется еще большее уплотнение в интерфейсных модулях.

Еще одним новым требованием 5G станет реализация 4x4 MIMO, которая превратится из «роскоши, которую приятно иметь» на дорогих мобильных телефонах LTE, в «обязательный элемент» для каждого телефона 5G. Это добавит значительное количество радиочастотных потоков в трубку, а в сочетании с требованиями к агрегации несущих приведет к более сложным спецификациям для антенных тюнеров и мультиплексоров.

Последнее, но не менее важное требование – внедрение модуля мм-диапазона в телефонную трубку, которое потребует новой интеграции антенной решетки (с учетом эффективности излучения и блокировки) и увеличения эффективности усилителя мощности, поскольку усиление антенны не может быть слишком высоким, учитывая малое количество элементов антенной решетки, допустимое в формате телефона.

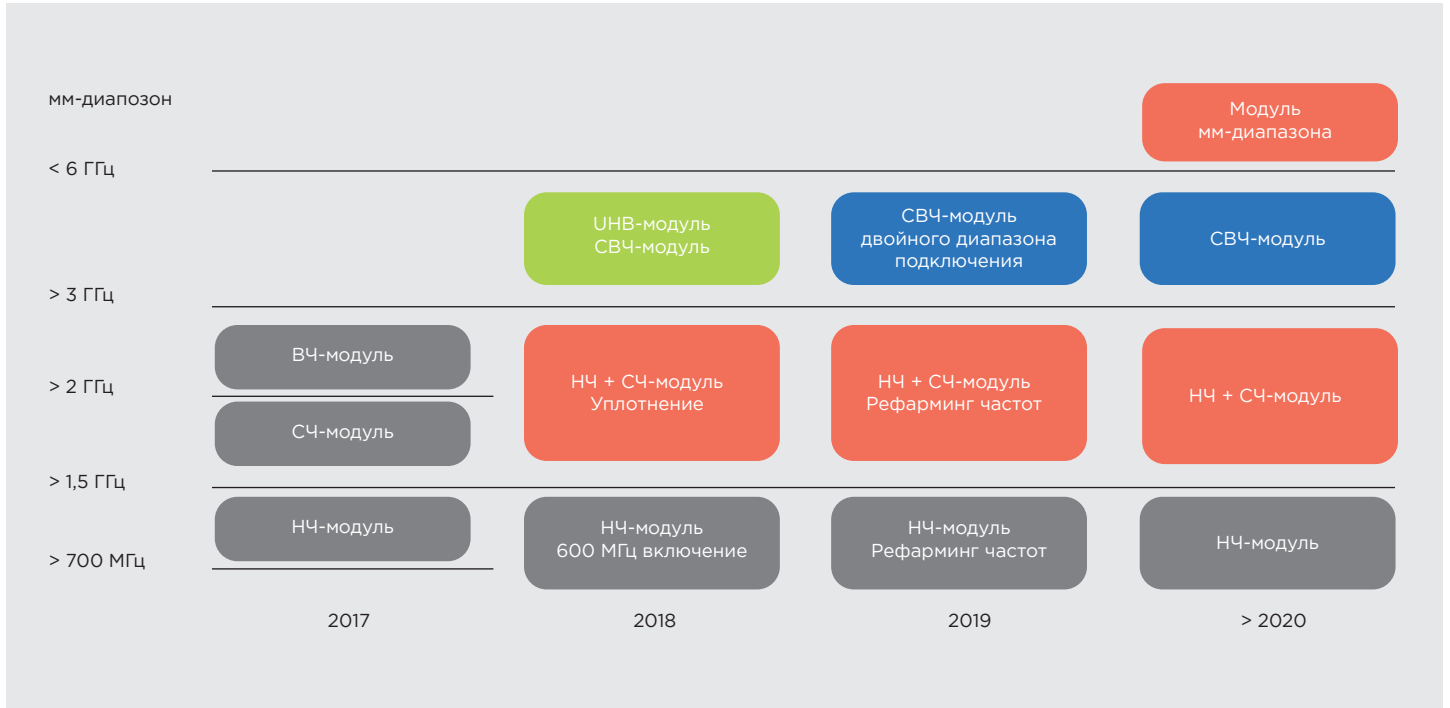
Несмотря на то, что кремниевые платформы с интерфейсом миллиметрового диапазона все еще находятся на уровне НИОКР, достигнут существенный прогресс, демонстрирующий рекордную энергоэффективность и улучшения в части уровня шума. CMOS массового производства является предпочтительной для Qualcomm с 28-нм платформой TSMC. Другие возможные платформы включают SiGe и RFSOI, например, с возможностями GLOBALFOUNDRIES.

С появлением мм-диапазона в сотовых телефонах мы вступим в новую эру технологической конкуренции и революционной производительности. Это серьезно повлияет на конструкцию РЧ-части и может быть полезным для снижения общих затрат на подключение.

Так кто же станет первым OEM-поставщиком, который внедрит эту технологию, когда она будет готова?

От задач – к их решениям. Технология uWLSI или как вывести гетерогенную интеграцию на «арену» 5G

Системы связи поколения 5G, РЧ-часть которых включает в себя множество компонентов, где ключевыми являются усилители мощности, антенные переключатели, аттенюаторы, фазовращатели и фильтры, заставляют производителей решать поставленные задачи при помощи новых технологий. Одна из основных задач – это миниатюризация компонентной базы с условием увеличения выходной мощности и повышения чувствительности приемного тракта. Многоуровневая

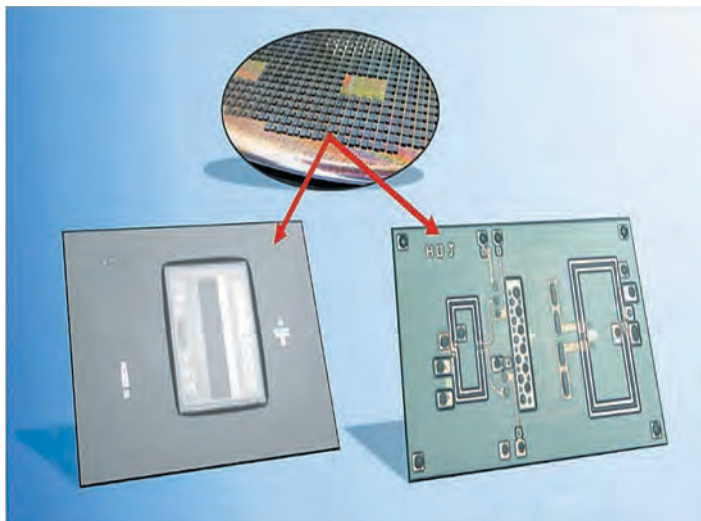


4

Эволюция радиочастотного интерфейса

гетерогенная интеграция (uWLSI) как раз и является той самой технологией, которая способна решить данную задачу. 3D-гетерогенная интеграция материалов высокой плотности с различными свойствами, GaAs и кремний, эффективна для обеспечения улучшенных характеристик усиления, линейности и мощности для РЧ-тракта устройств 5G.

Переход на беспроводную технологию 5G вызывает потребность в новых широкополосных РЧ-устройствах с большим количеством фильтров в них, что, в свою очередь, может повысить стоимость и увеличить занимаемую площадь всего пакета микросхем



5

Технология uWLSI

в РЧ-модуле. Включение интеграции гетерогенной системы на уровне пластин обеспечивает экономически эффективный подход для достижения большей плотности набора микросхем при минимальном увеличении занимаемой площади.

uWLSI – это технологическая платформа для уникального процесса изготовления пластин, находящаяся между процессами front-end и back-end производства. Она разработана компанией NSI при помощи технологических возможностей оборудования компании EV Group. Данная платформа является эволюцией в технологии WLP (wafer level packaging) и обеспечивает интеграцию гетерогенных систем с разнородными типами кристаллов на одной пластине – это ключевая особенность и отличие от всем известной технологии WLSI, которая применима исключительно к кремниевым технологиям с использованием устройств с высокой плотностью переходных отверстий в кремниевых пластинах (технология TSV – through silicon via). Еще одной особенностью и отличием является появившаяся возможность тестирования систем на уровне пластины, исключая при этом процесс монтажа кристаллов с переворачиванием, который применяется в обычных изделиях типа «система в корпусе» (SiP – System in Package). Компания NSI разработала технологическую платформу uWLSI, чтобы удовлетворить растущую потребность в интеграции гетерогенных систем с высокой плотностью различных микросхем и микросистем посредством более сложной обработки на уровне пластины.



6
Применение 5G

Ключевую роль в обеспечении гетерогенной интеграции, а особенно при использовании составных полупроводников группы АІІІВV с кремниевыми устройствами, играют как системы и процессы монтажа и демонтажа на временный носитель, так и системы сварки пластин. Такие системы должны обеспечивать надежную обработку очень тонких пластин, которые, в свою очередь, могут быть интегрированы в многоуровневые (вертикальные) сборки (пакеты) более высокой плотности. Аналогичным образом ключевое влияние на процесс гетерогенной интеграции оказывают установки совмещения и экспонирования пластин, обеспечивающие обработку утонченных и структурированных подложек, установленных на промежуточный носитель.

Перечисленные аспекты являются основой гетерогенной интеграции и важны для процесса uWLSI, который позволит создавать самые компактные РЧ-интерфейсные модули для систем поколения 5G.

Для чего все это необходимо?

По мнению экспертов, в ближайшие два года произойдет всеобщее подключение к стандарту связи поколения 5G, что приведет к росту экономического прогресса и улучшению качества жизни.

Переход на 5G обеспечит для пользователей следующие улучшения по сравнению со стандартом связи 4G:

- увеличение средней скорости передачи данных до 1 Гб/с, что позволит смотреть и транслировать видео в формате 4K, а в перспективе и в

формате 8K, а также полноценно использовать технологию дополненной реальности;

- возможность подключения миллионов устройств на 1 км², что так необходимо для полноценного функционирования интернет-вещей;
- возможность дистанционного управления беспилотными транспортными средствами и автоматизация производств за счет снижения задержек передачи данных в 10 раз (до 1 мс), что позволит искусственному интеллекту реагировать и принимать решения на одном уровне с человеком;
- повышение энергоэффективности устройств до 100 раз, что снизит энергопотребление и продлит срок службы батарей, а это, в свою очередь, является важнейшим требованием к мобильным устройствам, относящимся к классу носимой электроники;
- повышение скорости до 500 км/час, на которой будет поддерживаться передача данных, что крайне актуально для высокоскоростных поездов, беспилотных летающих средств и других объектов, движущихся с высокой скоростью.

В статье использованы материалы «5G's Impact on RF Front-End Module and Connectivity for Cell Phones report, Yole Développement, 2018» и «Enable First Wafer-Level Heterogeneous Integration of GaAs on Silicon for RF Front-End Module Manufacturing, EV Group, March 20, 2019»

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ – ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0



Текст: Александр Фролов

Четвертая промышленная революция предполагает массовое внедрение киберфизических систем в производство для облегчения труда человека благодаря применению новейших технологий. В области визуального контроля качества, а также линейно-габаритного контроля активно развивается технология «Больших данных» или «Массивов цифровой информации», суть которой в отражении различных событий в реальном времени. Человек способен выявить дефект, к примеру «непропай» или «короткое замыкание» на плате, но если таких плат сотни в день, то рационально использовать АОИ (автоматическая оптическая инспекция), то же самое и с измерениями.

Давайте рассмотрим, какими этапами развивались технологии микроскопии для Индустрии 4.0.

Оптический микроскоп плохо вписывается в тенденции развития промышленной революции. А если его

оснастить камерой, то это уже будет оптико-цифровой тракт или система технического зрения.

Микроскопы с выводом изображения на экран монитора – это обычные системы технического зрения, они не позволяют полностью уйти от ручного труда, но дают возможность существенно облегчить работу оператора с помощью новейших оптико-цифровых технологий. Системы технического зрения (рис 1) активно применяются на предприятиях ввиду «относительно» небольшой стоимости, широкой модульности и решаемых задач для:

- контроля качества;
- линейно-габаритного контроля;
- монтажных и других работ, требующих четкой зрительной координации;
- возможности совместного наблюдения нескольких человек за манипуляциями под микроскопом.



1

Рабочее место визуального контроля на базе системы технического зрения - EVO CAM TIS (VS9)

Такие системы по сравнению с оптическими приборами имеют как большие плюсы – большее поле обзора, большее рабочее расстояние, цветовая коррекция изображения, так и некоторые минусы – потеря качества изображения из-за оцифровки картинки, отсутствие стереоэффекта из-за вывода изображения на монитор, то есть картинка получается плоская, без объема.

Поэтому все же эффективнее использовать для визуального контроля систему технического зрения, а для измерений – измерительный микроскоп.

Развитие современных технологий отображения цифровой информации создаёт возможности для использования виртуальной или дополненной реальности при визуальном контроле, а также для конструирования виртуальных объектов.

Часть человеческих действий может быть перенесена на цифровой уровень. Так, виртуальные объекты не изнашиваются, не требуют затрат на производство, быстро передаются на любые расстояния, копируются, практически бесследно уничтожаются. Так как природа виртуального объекта исключительно цифровая, к 3D-модели может быть легко добавлено любое свойство, записанное цифровым же образом. Например, в виртуальной модели любой детали, применяя возможности программных модулей моделирования и визуализации, можно выполнить разрез в любой плоскости, посмотреть срез в сечении, быстро собрать и разобрать узел детали, применить различные варианты масштабирования и цветовые режимы отображения и т. д.

Развитие технологии 3D-модулирования было впервые реализовано в Nirox – примером может служить цифровой исследовательский видеомикроскоп высокого разрешения Nirox RH8800, имеющий широкий измерительный и аналитический функционал. Это оптимальный прибор



2

Цифровой 3D-видеомикроскоп высокого разрешения Nirox RH8800

при использовании в микроэлектронике, исследовании фотошаблонов благодаря модульности конфигурации и широкому спектру решаемых задач (совмещает порядка 10 различных оптических приборов). В нем использованы самые последние отраслевые технологии, система является продуктом HiEnd в своём классе. Имеет полную моторизацию и оптический предел – увеличение до 10 000х. Латеральное разрешение оптики порядка 0,4 мкм, дискретность по оси Z – 0,25 мкм (шаг двигателя 0,05 мкм). Обладает современным программно-аппаратным комплексом с метрологическим программным обеспечением для 3D-реконструкции микрорельефа в системе точных координат, для выполнения плоскостных измерений, плоской и объёмной сшивки изображений, видео- и фотоархивирования данных. Комплекс оснащён всеми современными функциями процессинга изображений и автоматизацией ключевых параметров (рис 2). Используемое программное обеспечение позволяет соединять оборудование в одну единую сеть. ПО сводит и систематизирует данные, сигнализирует о различных событиях, также создается цифровая копия продукта, которая наделена всеми характеристиками физического объекта, что позволяет более точно осуществлять анализ конструкции. Вся информация хранится как на жестком диске, так и в едином цифровом пространстве (облаке) промышленного предприятия.

Один из важных элементов четвёртой промышленной революции – беспроводная передача данных через сеть Интернет для удаленного контроля и оперативного доступа к информации из любой точки мира.

И следующим этапом развития технологий микроскопии стало объединение возможностей оптического и цифрового микроскопов. Специалисты компании Vision Engineering (Великобритания) создали новейший микроскоп, сочетающий в себе безокулярную оптическую технологию и цифровой 3D-микроскоп для реализации технологий Индустрии 4.0 (рис 3).

Новейшая оптико-электронная разработка – передовая цифровая система презентации стереоизображений и визуального контроля, разработана для полностью интерак-



3

а) безокулярный стереомикроскоп с технологией Dynoscope Lynx EVO; б) система технического зрения EVO CAM; в) цифровая 3D-система презентации стереоизображений и визуального контроля DRV-Z1

тивной естественной 3D-визуализации в реальном времени с выдающимся восприятием глубины. DRV-Z – это аббревиатура от Digital stereo 3D Remote Viewing Zoom system, что в переводе означает: 3D-цифровой стереомикроскоп с функцией удаленного просмотра (контроля) и цифровым зуммированием (увеличением) (рис 4). DRV-Z1 – это 3D-стереоцифровой микроскоп. DRV-Z – система удаленного контроля изображения, получаемого под DRV-Z1.

Рассмотрим более подробно данное решение.

Digital stereo 3D – уникальная передовая система представления стереоизображений, предназначенная для полностью интерактивного естественного трехмерного просмотра и визуализации в реальном времени с исключительным ощущением глубины[®]. Эта новейшая запатентованная 3D-технология, используемая в линейке цифровых 3D-микроскопов DRV (Deer Reality Viewer или приборов визуализации с глубоким ощущением реальности).

DRV-Z1 – цифровая 3D-система визуального контроля, объединяющая преимущества оптической стереомикроскопии и цифровых технологий в единую уникальную систему.

Компания Vision Engineering (Великобритания)

является производителем безокулярных микроскопов, таких как: стереоувеличители Mantis, стереомикроскопы Lynx, рабочие места визуального контроля VS8, системы бесконтактных измерений по двум и трем осям Swift Duo и Hawk, системы технического зрения EVO CAM и т.д.

Она позволяет достичь таких оптико-цифровых характеристик, как:

- увеличение от 6х до 186х без потери качества изображения и каких-либо aberrаций;
- визуализация трехмерных стереоизображений с интуитивным восприятием объема;
- дистанционный просмотр трехмерных стереоизображений в режиме реального времени.

Качество изображения

3D-микроскоп визуального контроля DRV-Z1 обеспечивает естественное трехмерное изображение с высоким разрешением и высокой четкостью наблюдаемого объекта, что позволяет усовершенствовать процесс контроля качества.

Ключевые особенности:

- цифровое увеличение стереоизображения с трехмерным восприятием глубины;
- отличная зрительно-моторная координация;
- удаленный просмотр и обмен реальными трехмерными изображениями;
- запатентованная 3D-технология;
- коэффициент масштабирования 10:1;
- большое рабочее расстояние и возможность работы при низкой освещенности;
- большое поле обзора, увеличивающее эффективность и удобство работы;
- возможность работать в очках для зрения или для безопасности;
- отсутствие необходимости в специальных 3D-очках;
- оптимизированная эргономика.

Уникальное трехмерное изображение, не требующее применения специальных очков

В отличие от традиционных оптических и цифровых микроскопов Vision Engineering использует для своего оборудования запатентованную технологию Deep Reality Viewer (DRV), которая создает 3D-стереоизображения высокой четкости без использования монитора и не требует от операторов применения наушников или специальных очков (рис 5). Данная технология обеспечивает реальное восприятие глубины, использует инструменты для манипулирования объектами.

Эргономика

Эргономичные преимущества DRV-Z1, в том числе: свободное движение головой, естественный обзор объекта, удобное рабочее положение, превосходная зрительная координация движения рук и возможность использовать очки коррекции зрения способствуют увеличению эффективности, точности и производительности (рис 6).

Запатентованная уникальная 3D-технология DRV-Z1 позволяет оператору свободно перемещать голову, что обеспечивает великолепные эргономические показатели, снимая усталость глаз во время работы и сводя к минимуму ошибки оператора.

DRV-Z1 создает широкоэкранное цифровое 3D-стереоизображение, позволяя пользователям удобно располагаться рядом с системой просмотра, и обеспечивает таким образом более естественный процесс просмотра. DRV-Z1 также гарантирует превосходное качество изображения, независимо от того, носит ли пользователь очки.

Операторы могут использовать свое периферийное зрение, которое улучшает естественную зрительную координацию движения рук, что крайне важно для



4

Работа под DRV-Z1

задач точного контроля, обработки, ремонта, препарирования и других задач, связанных с манипуляцией под микроскопом.

Просмотр трехмерных изображений повышает качество и производительность

Цифровое трехмерное стереоизображение, создаваемое DRV-Z1, дает удобный и естественный обзор объекта: трехмерное изображение с четкими деталями, яркими цветами и контрастом. Благодаря большому рабочему расстоянию, широкому полю обзора и диапазону увеличения, сфера применения DRV-Z1 очень широка. Приборы обеспечивают



5

Очки дополненной реальности, 3D-очки, 3D-монитор



6

Свобода движения и четкая зрительная координация

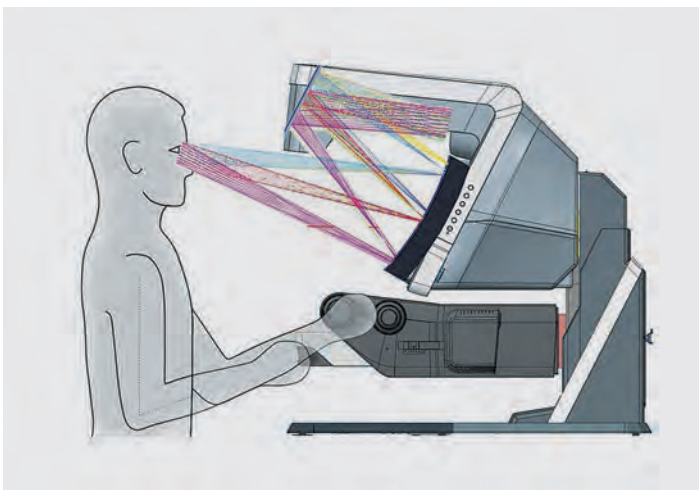
точную зрительно-моторную координацию и использование инструментов, снижают утомляемость, повышая при этом производительность, качество работы и комфорт пользователя (рис 7).

Простота использования

DRV-Z1 требует минимальной настройки и предельно прост в использовании благодаря элементам управления, разработанным специально для комфорта в производственных условиях.

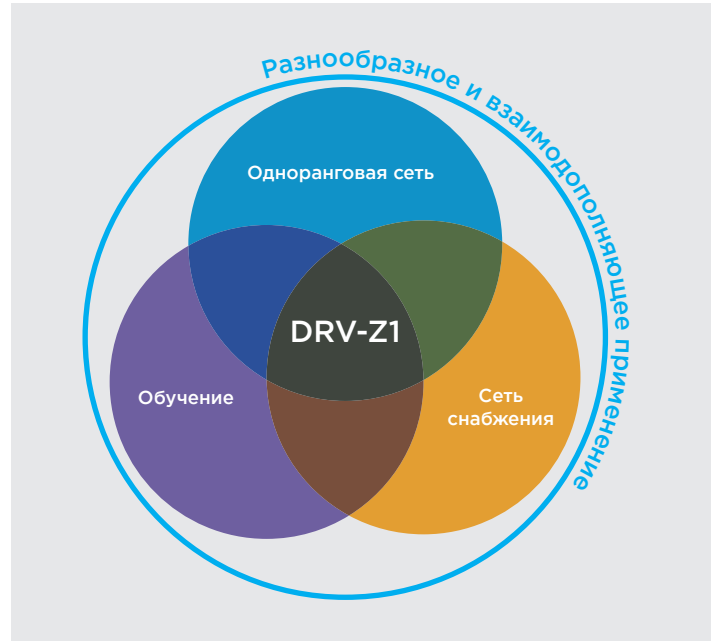
Новые возможности при работе с трехмерными изображениями

DRV-Z1 – это первая стереоцифровая 3D-система, которая позволяет удаленно просматривать,



7

Технология проецирования изображения



8

Сферы применения

захватывать и передавать изображение для общего использования. Возможность обмена 3D-изображениями в реальном времени по сетям создает совершенно новые возможности для сотрудничества между клиентами, поставщиками и сотрудниками предприятия (рис 8).

Компоненты, детали и изделия можно просматривать в режиме реального времени непосредственно на производственном месте или из любой точки планеты. Оперативное и точное представление информации способствует быстрому принятию решений.

Для организаций, состоящих из нескольких территориально удаленных друг от друга производственных объектов, просмотр, захват и совместное использование 3D-изображений с помощью DRV-Z1 обеспечивают повышение производительности и новые возможности для совместной работы благодаря связи по цифровым каналам в реальном времени. Можно удаленно, находясь, например, в Калининграде, контролировать в 3D техпроцесс и наблюдать за работой оператора, которая происходит на фабрике во Владивостоке, т.е. видеть то же самое стереоизображение. Для этого достаточно подключиться через сеть интернет DRV-Z (из Калининграда) к другому DRV-Z1 (из Владивостока).

Такой уровень взаимодействия позволяет полностью забыть о препятствиях и неудобствах географического характера, удобные методы работы повышают эффективность и действенность основных рабочих процессов – например, быстрое создание прототипов и контроль качества.



9

Награда «Лучший дистрибьютор 2018»



10

Группа технической микроскопии ООО «Остек-АртТул» и Vision Engineering

ООО «Остек-АртТул» является эксклюзивным представителем Vision Engineering на территории России и стран СНГ. В июне 2019 года специалисты компании посетили производство Vision Engineering в Великобритании (рис 9, 10) для обучения работе с новым инновационным микроскопом, не имеющим аналогов в мире, – цифровой системой презентации стереоизображений и визуального контроля DRV-Z и DRV-Z1.

Компании Vision Engineering и Остек-АртТул предоставляют своим клиентам персональные условия по стоимости и расширенной гарантии до 2-х лет.

Остек-АртТул приглашает вас и ваших коллег посетить демонстрационный зал в Москве, а также выставки, в которых участвует компания, чтобы ознакомиться с новейшей системой презентаций стереоизображения DRV-Z и DRV-Z1. За подробной информацией обращайтесь по электронной почте: info@arttool.ru.

Часто задаваемые вопросы

■ **Каково разрешение DRV-Z1?**

DRV – это уникальная система отображения, разрешение которой нельзя классифицировать как в стандартных мониторах. Изображение DRV формируется с помощью двух каналов Full HD (1920*1080) и оптического, комбинированных на проекционном зеркале, которое позволяет улучшить пространственное разрешение, наблюдаемое пользователем. Мы называем это разрешение «Full Stereo HD».

■ **Каково поле обзора DRV-Z1?**

Поле обзора зависит от используемого увеличения и линз объектива. Наименьшее увеличение изображения позволит использовать самое широкое поле обзора. По мере уве-

личения изображения поле обзора уменьшается. Более подробная информация указана в оптических характеристиках.

■ **Нужен ли мне персональный компьютер/программное обеспечение для захвата неподвижных изображений?**

Нет. DRV-Z1 позволяет сохранять 3D-изображения, которые можно передавать и использовать для воспроизведения стереоизображения на системах DRV-Z.

■ **Чем данная система отличается от 3D-мониторов, уже представленных на рынке?**

DRV-Z1 использует запатентованную технологию, которая

обеспечивает два канала с высоким разрешением для левого и правого глаза, создавая ясно выраженную трёхмерную стереовизуализацию Full HD (1920x1080).

■ **Можно ли подключить DRV-Z1 к другому DRV-Z1?**

Можно.

■ **Требуется ли работа на DRV-Z1 какой-либо подготовки или прохождения обучения?**

Нет. Интуитивно понятное управление DRV-Z1 с самого начала облегчает работу с системой. Подробное руководство пользователя поставляется вместе с системой.

КАЧЕСТВО

ЭЛЕКТРОННЫМ КОМПОНЕНТАМ – ЭЛЕКТРОТЕРМО- ТРЕНИРОВКА!



Текст: Тимофей Максимов

Любой изготовитель электроники рано или поздно задается вопросами обеспечения надежности производимой продукции. Кто-то делает ставку на автоматизацию, кто-то на используемые материалы и технологии, но подавляющее большинство отечественных и зарубежных представителей отрасли уделяют особое внимание ЭКБ и процессу ее вывода на кривую безотказности.

В соответствии с теорией надежности интенсивность отказов $\lambda(t)$ изделий определяется тремя характерными временными периодами эксплуатации:

- Период приработки.
- Период нормальной эксплуатации.
- Период старения.

$\lambda(t)$ определяется формулой: $\lambda(t) = \frac{n(t)}{|N-n(t)| \Delta t}$,

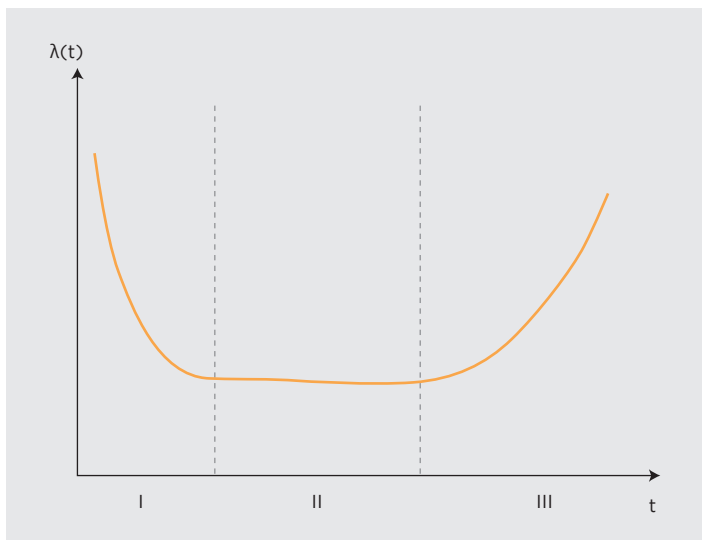
где:

N – общее число рассматриваемых изделий;

$n(t)$ – число отказавших образцов в интервале времени от $t - (\Delta t/2)$ до $t + (\Delta t/2)$;

Δt – интервал времени.

На рис. 1 видно, что наибольшая интенсивность отказов характерна в период приработки, когда выходят из строя некачественные изделия, а также в период старения, когда дает о себе знать износ. Полупроводниковые электронные компоненты отличаются внушительной долговечностью и временной протяженностью характеристики интенсивности отказов. Другими словами, скорее успеет состариться контролёр ОТК, чем испытываемые компоненты, прежде чем дождется заметного роста характеристики $\lambda(t)$.



1

Характеристика интенсивности отказов $\lambda(t)$

Однако начальный период приработки также может быть продолжительным из-за инертных механизмов, ответственных за отказы. Чтобы существенно сократить время действия подобных механизмов и отбраковать некачественные изделия до ввода в эксплуатацию, в соответствии с ГОСТ Р 53711-2009 рекомендуется использовать технологию электротермотренировки (ЭТТ). Ее суть заключается в длительной выдержке электронных компонентов в камере при повышенных или пониженных температурах и при одновременной подаче на них электрического воздействия.

Подбор параметров воздействий зависит от ТУ на конкретные изделия электронной техники. В США действует военный стандарт MIL-STD-883, определяющий температуры, время и методы контроля микросхемных изделий военного (class B) и космического (class S) классов. Согласно данному стандарту для температуры $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ЭТТ проводится в течение минимум 240 и 160 часов для изделий космического и военного классов соответственно. Электрические воздействия включают статические и динамические режимы подачи питания на изделия, режимы прямых и обратных смещений. При наличии в компонентах сдвиговых регистров допускается их закольцовывание и запуск логических последовательностей при тактирующей частоте не менее 60 Гц. В целом указанные иностранные требования к параметрам ЭТТ сходятся с требованиями для отечественной электронно-компонентной базы.

В России применяют стенды ЭТТ для контроля компонентов с повышенными требованиями. Например, подобное решение производства компании Synergie-CAD успешно запущено специалистами ООО «Остек-Электро» на одном из ведущих предприятий по выпуску микросхемных изделий в Зеленограде. Представленная на рис. 2 система стоит рядом с советскими стендами электротермотренировки СЭТТ-ИМЭ 2400, которые уже

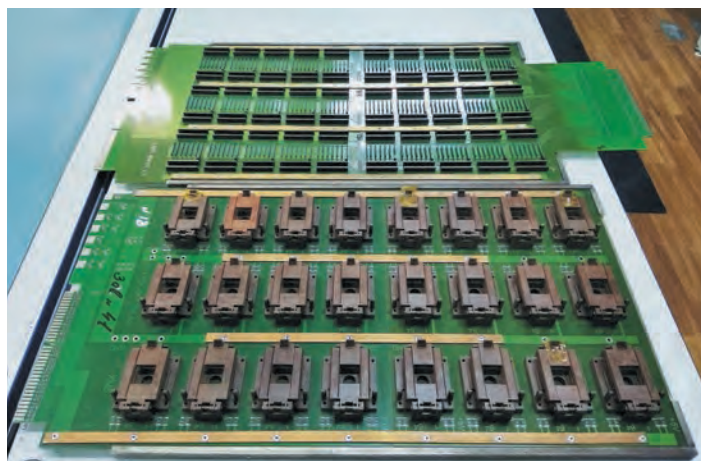


2

Стенд ЭТТ Synergie-CAD рядом с СЭТТ-ИМЭ 2400, г. Зеленоград

не выпускаются и не поддерживаются производителем. Пользователи стендов СЭТТ-ИМЭ вынуждены были искать подобные камеры по всей стране в качестве доноров запчастей, ведь подходящей замены до недавнего времени на рынке не было. Специалисты «Остек-Электро» предложили предприятию современный стенд ЭТТ для работы с теми же загрузочными платами, что и для старых стендов СЭТТ-ИМЭ.

В каждом типе загрузочных плат (плат приработки) (рис. 3) предусмотрены адаптеры под конкретные типы микросхем с подведением двух источников питания. Некоторые из них имеют выступающую часть для светодиодных индикаторов, чтобы отслеживать состояние микросхем снаружи камер стенда непосредственно в процессе ЭТТ. Специально для таких загрузочных плат в дверце камер предусмотрены прямоугольные отверстия. Когда данный тип плат не используется, отверстия внутри смыкаются термостойкой резиной, а снаружи закрываются термоизолирующей крышкой.



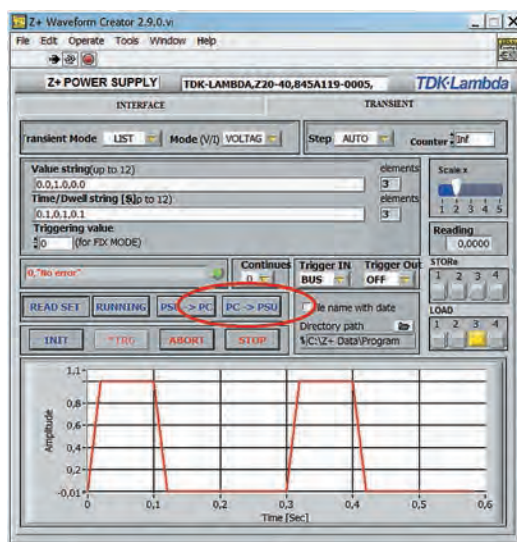
3

Загрузочные платы для стендов ЭТТ



4

Внутренний вид испытательных камер



5

Внешний вид ПО Z+ Waveform Creator от TDK-Lambda



6

Блок ИБП компании APC

Рассматриваемый стенд ЭТТ Synergie-CAD имеет две независимые термоизолированные камеры для установки в каждую 12 загрузочных плат с тестируемыми микросхемами. Максимально допустимая для камер рабочая температура $+180^{\circ}\text{C}$ позволяет охватывать требуемые для испытаний диапазоны. Управление температурными режимами задается на сенсорном дисплее, оно очень простое и интуитивно понятное для оператора. Температурный профиль может подчиняться программе с заданием интервалов времени и температур или же просто достигать определенного значения и удерживать его. Обратная связь обеспечивается прецизионным температурным датчиком, контроллер с помощью твердотельных реле управляет нагревательными элементами так, что достигается плавный профиль нагрева.

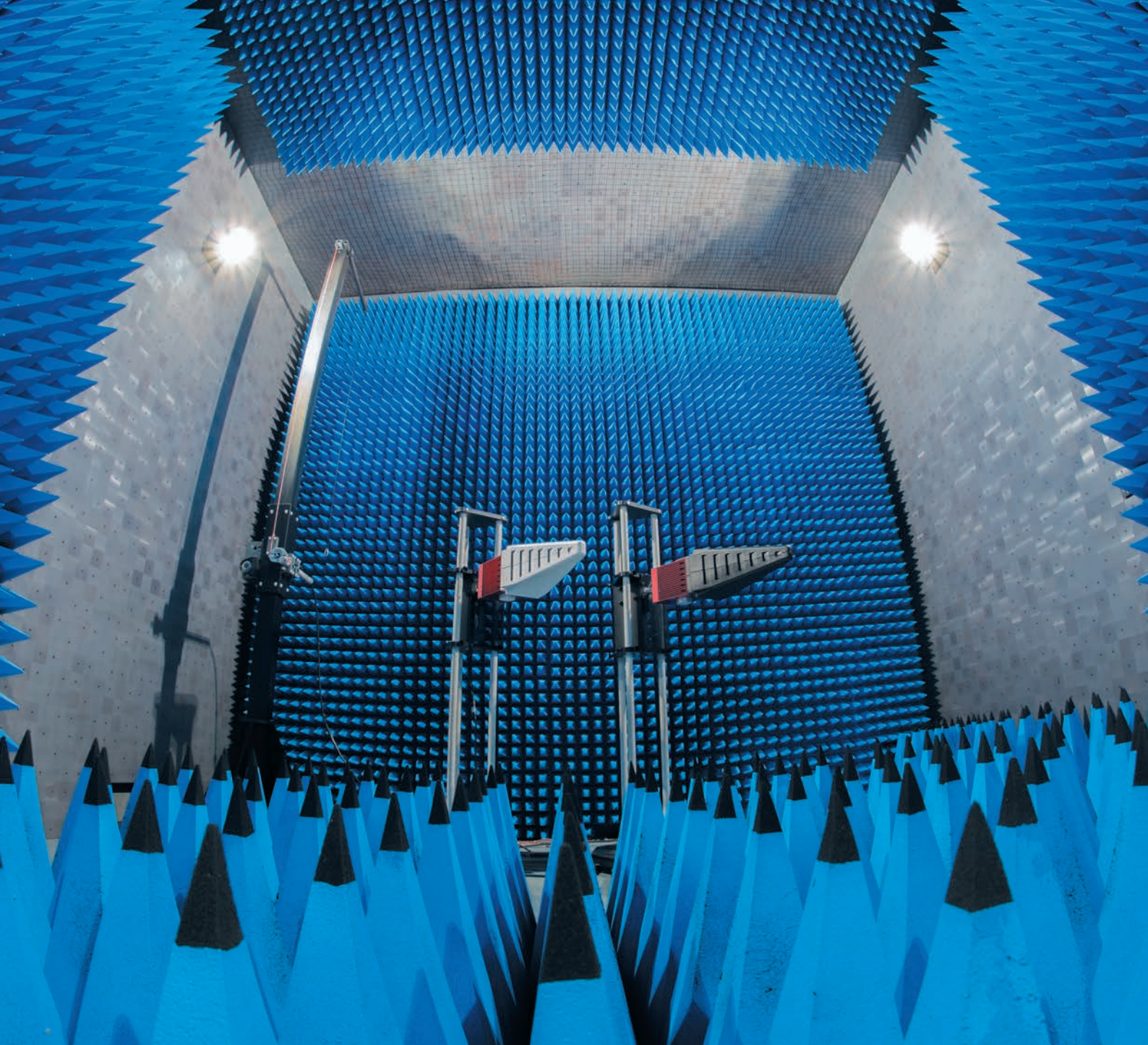
Внутренняя часть камер (рис 4) выполнена из нержавеющей стали, а в их тыльной части расположены отверстия для контактирования загрузочных плат с шинами питания. На каждую половину слотов приходится по два программируемых источника питания серии Z+ фирмы TDK-Lambda на 20 В 40 А постоянного тока. Таким образом, подключены в сумме восемь источников питания, позволяющие вкуче с двумя независимыми камерами развернуться фантазии во всей широте и максимально гибко настроить параметры ЭТТ, одновременно запуская испытания для разных загрузочных плат в разных режимах.

Блоки питания могут работать как постоянные источники тока/напряжения или же включать до четырех пользовательских программ с заданными профилями воздействий. Программу можно написать в стандартной форме Блокнот либо с помощью ПО Z+ Waveform Creator (рис 5) и по кабелю USB загрузить непосредственно в блок питания. Подключение к любому из восьми БП осуществляется через лицевой USB-разъем и далее распределяется через USB-концентратор.

Могут быть заданы сложные профили амплитуды прямоугольной и трапециевидной формы. Загруженные программы запускаются либо с подключенного ПК, либо напрямую с лицевой панели БП и могут работать довольно долго до принудительной остановки оператором. Это особенно актуально для некоторых видов микросхем, время электротермотренировки которых достигает 3000 часов.

При столь длительных испытаниях перебои и скачки в электрических сетях недопустимы. Поэтому в стенде предусмотрен ИБП компании APC (рис 6) с дополнительным аккумуляторным блоком, обеспечивающий работу управляющей части и блоков питания не менее суток при нормальной нагрузке.

Успех в реализации комплексной задачи модернизации участка ЭТТ специалистами ООО «Остек-Электро» был достигнут за счет объединения в единую команду разработчиков, конструкторов и инженеров пусконаладки. Интеграция новых систем управления и ранее используемой оснастки потребовала навыков в области материаловедения и метрологии. Приобретенный опыт позволил расширить портфель решений по апгрейду любых систем ЭТТ, построенных на различных платформах с применением широкой номенклатуры плат приработки, что дало приток новых заказов от отечественных испытательных лабораторий.



Полное погружение в проект*

Спроектируем. Построим. Аттестуем.

Безэховые камеры и измерительные комплексы

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

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

В ПЕРСПЕКТИВЕ МЫ ВИДИМ СЕБЯ В РОЛИ КОРПОРАТИВНОГО ЦЕНТРА ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Визит на Азовский оптико-механический завод

Текст: Владимир Мейлицев

”

Одно из ведущих предприятий Юга России – Акционерное общество «Азовский оптико-механический завод» – начало выпускать продукцию, содержащую электронные узлы, еще в начале 1960-х годов. Как и все производители электронной техники тех лет, предприятие само изготавливало платы для своих устройств, и эта традиция непрерывно продолжается до сегодняшнего дня. За время существования завода его производство печатных плат пережило три полномасштабных технологических перевооружения, последнее из которых завершилось в текущем году. По приглашению руководства АОМЗ мы отправились посмотреть, чем сегодня располагает цех изготовления печатных плат и каков уровень выпускаемой им продукции. Разговор начался в кабинете первого заместителя генерального директора АО «Азовский оптико-механический завод» Василия Валерьевича Аксёнова.

Василий Валерьевич, расскажите немного об истории завода.

Акционерное общество «Азовский оптико-механический завод» (АОМЗ), носившее тогда другое название, начало свою деятельность как предприятие по изготовлению агрегатов сельскохозяйственных машин и оборудования для производства сельхозтехники. В течение нескольких последующих лет номенклатура выпускаемой продукции расширялась и изменялась, но кардинальное переупрофилирование завода связано с именем его многолетнего (с 1956 по 1987 годы) директора Николая Георгиевича Васильева. За время его руководства на АОМЗ были освоены разработка и производство широкого спектра оптико-механических и оптико-электронных приборов самого различного назначения – от бытовой и медицинской техники до агрегатов космических аппаратов. Вместе с первым оптико-электронным изделием у нас начало развиваться и изготовление электронных узлов и, соответственно, плат для них – сначала несущих, а потом и печатных..

И какими же они были, эти первые печатные платы?

В 1972 году на базе штамповочного цеха был организован участок производства печатных плат (ПП), с 1974 года преобразованный в цех с численностью персонала около 200 человек. Цех изготавливал одно- и двухсторонние платы негативным методом, переходные отверстия прошивались медной проволокой, металлизировались и гальванически затягивались – гальваническая технология у нас к тому времени уже давно была освоена.

Следующий этап развития производства ПП состоялся в 1980-х годах, когда в Москве на выставке было приобретено новое оборудование, в частности, химико-гальваническая линия швейцарской фирмы STS. Для того времени это было самое передовое оборудование в своем классе, и оно подтвердило свою репутацию: линия STS работает у нас до сих пор.

Этот комплект машин позволил выпускать платы, соответствующие 3 и 4 классам точности. Многослойные ПП (МПП) мы делали тогда по методу открытых контактных площадок: в вышележащих слоях прессом вырубались окошки до контактных площадок на внутренних слоях, и после прессования пакета на эти площадки монтируются выводы компонентов. Таким образом мы изготавливали 12-, 16- и даже 18-слойные ПП, надолго обеспечив потребности предприятия в этой части комплектации наших изделий.

Почему потребовался следующий этап развития производства печатных плат?

Думаю, это очевидно. Требования заказчиков постоянно растут – и в части расширения, усложнения функционала приборов, и в части минимизации их массо-габаритных характеристик. И возможности микроэлектроники позволяют следовать этим требованиям: микросхемы становятся все более производительными и многофунк-

циональными, растут частоты каналов и шин передачи данных внутри электронного узла, продолжается процесс микроминиатюризации электронных компонентов. Для разработчиков ПП это означает рост плотности монтажа и предъявление требований в части СВЧ-характеристик, а для технологов – необходимость уменьшения размеров основных элементов топологического рисунка ПП, точности их воспроизведения и, в ряде случаев, освоения специальных материалов. Параллельно с этим возрастает роль качества, стоимости и надежности – как выпускаемых изделий, так и технологических процессов, в ходе которых они изготавливаются.

Некоторое время нам приходилось заказывать особо сложные МПП на другом предприятии, но было ясно, что нужно полностью переоснастить собственное производство. И это сделано – при помощи средств Федеральных целевых программ мы в три этапа создали новый технологический комплекс. На нем мы можем производить многослойные (до 24 слоев) ПП, в том числе высокочастотные, максимальным размером 610 × 457 мм, толщиной до 3,2 мм. По основным параметрам проектной нормы это платы 5 класса точности, а по некоторым элементам – до 7-го: минимальная ширина проводников/зазоров 0,05/0,07 мм с точностью 5 мкм, максимальное отношение диаметра металлизированного отверстия к его глубине 1:20. Кроме того, на этом оборудовании могут изготавливаться гибко-жесткие ПП, платы на металлическом основании, гибкие печатные схемы.

Когда запущен новый комплекс оборудования?

Оборудование было запущено в эксплуатацию в начале текущего года. Последняя закупка МПП у сторонней организации прошла в апреле-мае. В этом интервале времени мы провели цикл испытаний, подтвердивший способность комплекса производить платы с требуемыми параметрами точности, подписали все официальные акты. Одновременно переработали под новую технологию конструкторскую документацию (КД), подготовили маршрутно-операционные описания технологических процессов.

Должен отметить, что вся эта работа была сделана совместно с ООО «Остек-СТ». Выбор этой компании для долгосрочного партнерства обусловлен тем, что она, во-первых, обладает широким кругом компетенций – от инжиниринговой проработки помещений и инфраструктуры до разработки проекта очистных сооружений – и, во-вторых, предлагает технологическое сопровождение как продукт, за который несет ответственность. Это ценно, потому что немногие поставщики готовы братья за столь полноформатные программы сотрудничества.

Как вы можете описать характер вашего производства?

По количеству изделий, выпускаемых для основных заказчиков, – 50, 100, 200 комплектов в год по отдельным видам продукции – мы представляем собой типичное мелкосерийное производство. Но зачастую наши платы



Валентина Шпикат

имеют сложную форму, а разнообразие их конструкций достигает и превышает 500 видов. При этом на сегодня многослойные ПП составляют 15–20 % от общего выпуска, остальное – одно- и двухсторонние.

Какие задачи вы ставите перед собой на ближайшее будущее?

Производство ПП проектировалось под объемы выпуска, превышающие плановый уровень загрузки по основным типам изделий. Это понятно – было бы непредусмотрительно заранее лишать себя возможности увеличения выпуска при необходимости, а также запаса мощностей, которые можно использовать для привлечения дополнительных заказов. Поэтому теперь, когда производство запущено, мы ставим задачу постепенно обеспечить оборудование полной загрузкой.

Первый этап на этом пути – окончательный перевод нашей базовой номенклатуры на собственные мощности, полное исключение сторонних закупок. Дальше будем

предлагать свои услуги предприятиям концерна, в который входит АОМЗ. Мы провели анализ, с кем из них можем войти в кооперацию; в первую очередь это, конечно, прибористы. Мы уже наладили контакты с некоторыми из них, сделали для них платы, провели испытания. Сейчас передаем изготовленные платы для испытаний у заказчиков, а после этого представим результаты на научно-техническом совете концерна. Считаю, перспектива у нас хорошая, поскольку больше в составе объединения нет заводов, имеющих запущенное и отлаженное производство печатных плат.

Наконец, на третьем этапе, после того, как первые два будут реализованы и превратятся в нашу повседневность, будем пробовать заместить поставщиков ПП для предприятий Южного федерального округа.

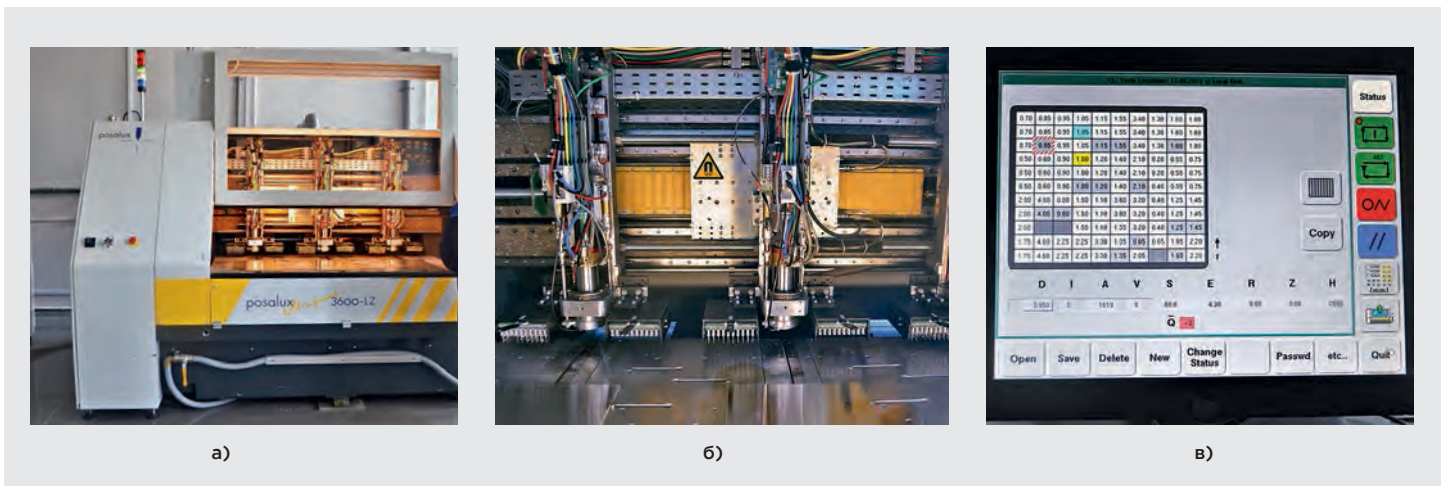
О составе и особенностях нового производственного комплекса изготовления печатных плат нам рассказала «на местности» начальник технологического бюро печатных плат АОМЗ Валентина Сергеевна Шпикат.

Валентина Сергеевна, какую технику вы используете на механическом участке?

Сейчас у нас два основных станка: скоростной сверлильный Posalux Ultraspeed 3600-LZ и сверлильно-фрезерный Posalux Ultraspeed Mono Combi.

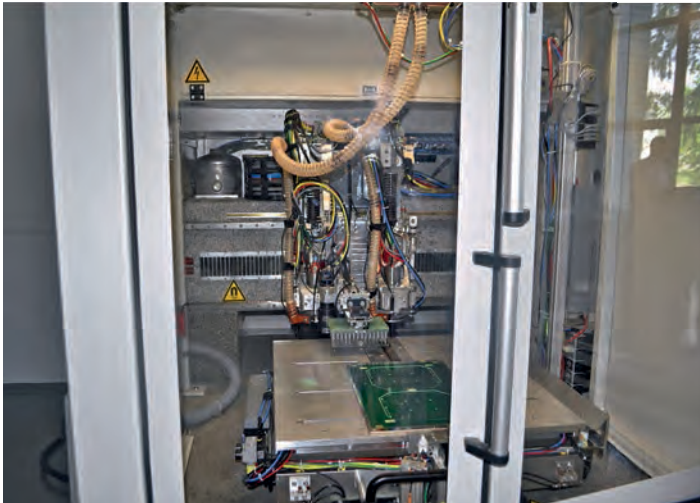
Первый имеет три станции с высокооборотными – до 170 тыс. об/мин – шпинделями (рис 1). Каждую из трех станций можно включить либо выключить, но работают они по одной программе; поэтому станок применяется в первую очередь для работы с серийными платами, когда важна высокая производительность. На нем мы обрабатываем все типы плат: от прецизионных до самых простых.

Станок очень «умный». Перед началом работы оператор проверяет наличие в магазинах необходимого



1

Сверлильный станок Posalux Ultraspeed 3600-LZ: а – общий вид; б – рабочая зона. Возле каждой из станций располагаются по два магазина со сверлами; в – управляющий экран с отображением состояния сверл в магазине. Зеленая подсветка – сверло из этой ячейки магазина сейчас находится в шпинделе, серая – сверло уже использовалось, желтая – сверло выработалось, его надо заменить. Красной пунктирной границей отмечена ячейка, которую оператор программирует в данный момент



2
Рабочая зона станка Posalux Ultraspeed Mono Combi. Левый шпиндель – фрезерный, правый – сверлильный

инструмента и, если надо, пополняет их. Делается это под управлением программы, которая показывает размещение сверл в магазине и их состояние. В ходе работы станция сама забирает из магазина нужное в данный момент сверло, контролирует его годность при помощи лазерного датчика; в случае негодности останавливается и выдает сигнал оператору.

Операция фрезерования участвует в производстве любых ПП, но платы для СВЧ-устройств предъявляют к ней особые требования: на них нужно формировать заглубленные металлизированные пазы и контуры с точным соблюдением глубины и формы в плане. Поэтому в состав оборудования участка входит прецизионный сверлильно-фрезерный станок Ultraspeed Mono Combi (рис 2). Он имеет одну станцию, но с двумя шпинделями, сверлильным и фрезерным. Число обо-

ротов сверлильного шпинделя 250 тыс. в минуту, фрезерного – до 60 тыс. Фрезерный шпиндель мощнее, его, кроме фрезерования, используют для сверления отверстий диаметром 4 мм и более. Сверлильный шпиндель применяется в основном для обработки высокоточных плат, он может работать с самыми тонкими сверлами – от 0,05 мм.

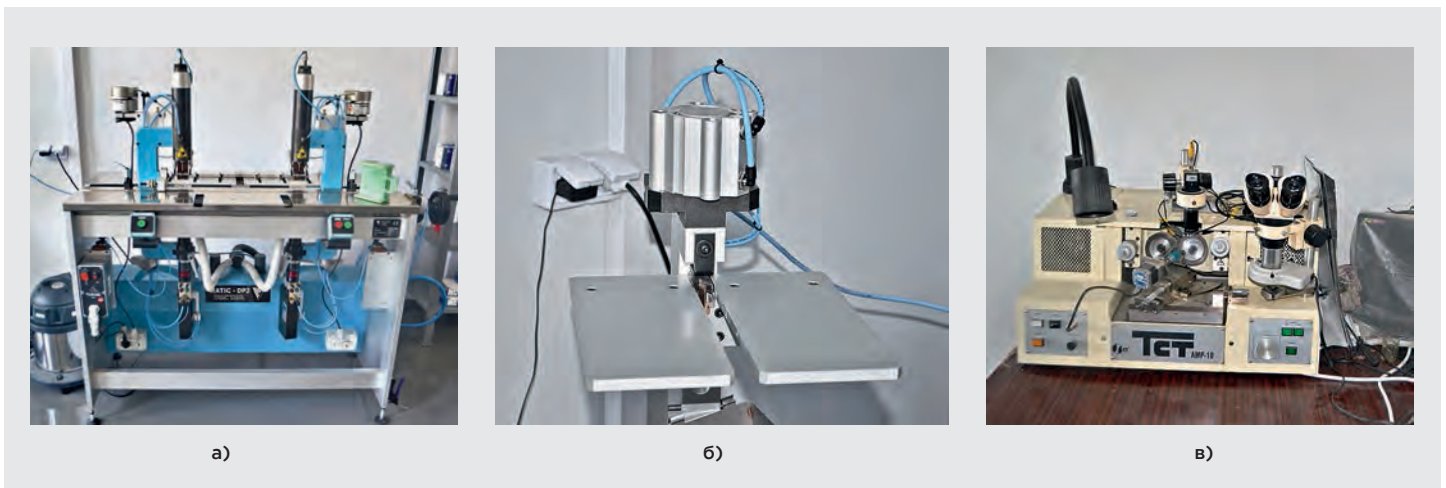
Оба станка имеют систему контроля вертикального положения шпинделя над поверхностью, позволяющую сверлить и фрезеровать на заданную глубину с точностью 12,5 мкм.

Перед тем как подать плату на сверлильный станок, собирается пакет для сверления, в который, кроме самой заготовки (а чаще – нескольких одинаковых заготовок), входят верхняя и нижняя накладки. В пакете сверлятся два отверстия, в которые вставляются скрепляющие штифты. Для одно- и двухсторонних плат эта операция выполняется на установке Matic-DP2. После сверления пакет расштифтовывают, разбирают, и платы переходят на следующие этапы обработки (рис 3).

Куда направляются платы после сверления?

После сверления заготовки передаются на участок «мокрых» процессов и гальваники. Это наш самый большой участок, здесь установлены следующие линии: подготовки поверхности перед нанесением фоторезиста; подготовки поверхности перед прессованием; проявления фоторезиста и защитных паяльных масок; кислотного и щелочного травления; подготовки поверхности перед горячим лужением (процесс HASL) и финишной отмывки после него. Здесь же расположены две гальванические линии – одна для химического, другая для гальванического меднения, линия иммерсионного золочения и сама установка HASL.

После сверления плата поступает на автоматическую установку зачистки поверхности с жесткими валами и системой промывки водой под давлением (рис 4),



3
Оборудование механического участка: а – установка сверления двух отверстий и пневматического штифтования пакетов заготовок ПП Matic-DP2; б – станок для расштифтовки пакетов; в – станок для заточки сверл. Перетачиваются сверла диаметром от 0,6 мм для работы с одно- и двухсторонними платами, для сверления МПП переточенные сверла не применяются



4

Установка зачистки поверхностей производства компании Universal. Справа – модуль механической обработки, в центре – промывка и шкаф управления (вверху), слева – модуль горячей сушки

главное назначение которой – удаление заусенцев, оставшихся после механической обработки. Кроме того, установка может применяться для подготовки поверхности перед нанесением фоторезиста.

Теперь можно приступить к металлизации отверстий?

Для этой задачи предназначены две гальванические линии компании PAL (рис 5). Первый из двух процессов – химическое меднение. Он состоит из целого ряда операций: диэлектрик в отверстиях протравливается для очистки и механической подготовки поверхности, которая затем активируется раствором-кондиционером, после чего на нее осаждается палладий, на который, в свою очередь, осаждается медь – непосредственно к диэлектрику она прикрепиться не может. Слой меди получается сплошным, но тонким – порядка 1 мкм. По-



5

Гальваника: справа – линия химического меднения, слева – гальванического меднения

этому дальше в этой же линии производится гальваническая затяжка, в ходе которой слой меди наращивается до толщины 6 мкм.

На второй линии, также компании PAL, толщина меди доводится до значений, заданных в КД.

Почему выбор остановился именно на линиях PAL?

Эти линии очень хорошо продуманы. В них реализована комбинированная система промывки – погружная и струйная. Струйная система включается до того, как подвеска погрузит плату в ванну, и остатки раствора от предыдущей операции полностью удаляются не только из сквозных, но и из глухих отверстий, из всякого рода пазух. Одна лишь погружная система, даже с учетом вибрации подвески, не гарантирует такой результат.

Еще одна особенность линий PAL: в них применена система погружных штанг, на которых в растворе держатся аноды. Обычно они закрепляются на медных штангах, располагающихся над поверхностью раствора, где подвергаются воздействию паров раствора, забрызгиванию, от этого окисляются, возникают проблемы с электрическими контактами. Для того, чтобы погруженная в электролит штанга не растворялась сама, как растворяются аноды, ее медный стержень плакирован слоем титана толщиной примерно 1 мм. Результат: штангам в линиях PAL обслуживание требуется на порядок реже, чем штангам обычной конструкции.

Аноды размещаются в титановой корзине, подвешенной к штанге на титановом же крючке. Причем они представляют собой шарики диаметром порядка 3 см – такая форма обеспечивает равномерное выработка меди и ее распределение в растворе, что также работает на общее качество процесса.

Все, что необходимо, удобно регулируется. В программу вводится площадь обрабатываемой платы, выставляется плотность тока, задается рабочий диапазон температур; если измеренное значение ниже его нижней границы, линия не включится, если ванна перегрелась – автоматически включится охлаждение от чилера.

Конечно, почти все эти функции и конструктивные особенности в том или ином сочетании имеются и у других гальванических линий. Но можно с большой долей уверенности утверждать, что гальванические линии PAL – это лучшее, что можно приобрести в рамках тех цен, которые предлагаются их производителем.

Хотелось бы отметить, что во всех наших химических процессах используются реактивы компании J-КЕМ. Они везде дают хорошие результаты; так, с аддитивными добавками этой компании, применяемыми при металлизации отверстий, мы получаем пластичность меди 20 %, что является очень хорошим результатом для производственной технологии и позволяет без всяких проблем металлизировать отверстия с соотношением диаметра к глубине (aspect ratio, AR) 1:10 и более.



6
Участок «мокрых» процессов: а – конвейерная установка струйного проявления защитной паяльной маски. Шкаф управления, как обычно у Universal, смонтирован «вторым этажом»; б – линия иммерсионного золочения. Можно видеть индивидуальные пульта для каждой из ванн линии

Судя по тому, что мы видим на этом участке, для всех «мокрых» процессов, кроме гальваники, вы используете линии и установки компании Universal.

Кроме гальванических линий PAL, на участке есть и другие исключения, впрочем, немногочисленные. Большинство же машин, действительно, произведено крупной китайской фирмой Universal. Оборудование, которое она изготавливает, в последние годы завоевало прочную репутацию в мире, оно пользуется устойчивым и расширяющимся спросом – даже в Европе, где многие именитые компании сами умеют производить весь спектр подобных машин. Никакого особенного секрета здесь нет, просто в своем классе техники машины Universal имеют наилучшие показатели по критерию «стоимость-эффективность». Они укомплектованы всеми необходимыми агрегатами и приспособлениями для высококачественного проведения химических процессов, легко конфигурируются под конкретную задачу, надежны, просты в управлении и обслуживании и при этом стоят значительно меньше, чем оборудование других производителей со схожими характеристиками.

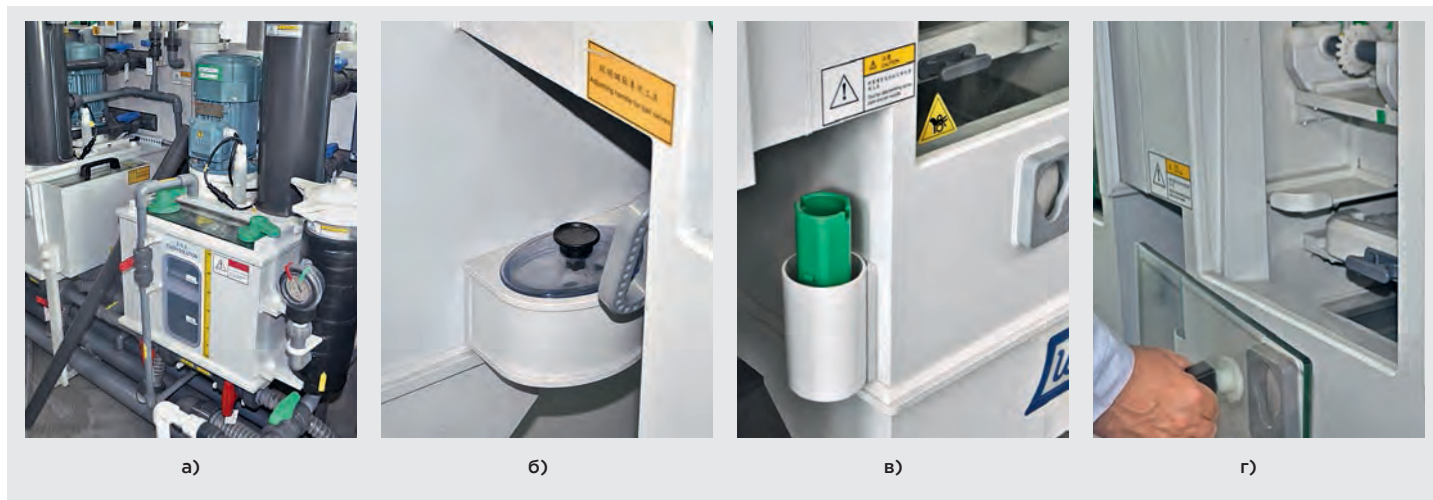
Возьмем, например, линию щелочного травления. Она оборудована автоматической системой регенерации меди: при превышении установленной концентрации меди в расходном баке часть раствора из него сбрасывается в агрегат регенерации, а из него бак дополняется регенерированным раствором до тех пор, пока содержание меди не снизится до нижнего предела допустимого диапазона.

Имеется система дозирования аммиака, автоматически поддерживающая стабильное значение водородного показателя (рН) раствора. Значение допустимого отклонения является параметром управляющей программы, его можно точно регулировать, что,

вместе с управлением температурой и плотностью раствора, позволяет получить фактор травления 4,5 и более.

Еще одно полезное решение Universal – возможность устанавливать давление для каждой отдельной форсунки, через которые плата омывается травильным раствором; так удается получить высокую однородность травли меди по всей поверхности ПП. Причем давление в форсунках устанавливается с пульта, что позволяет оперативно подбирать режим травления, не вмешиваясь в управляющую программу и, следовательно, избегая ошибок, возможных при таком вмешательстве.

Вообще, оборудование компании Universal, установленное у нас, хорошо приспособлено к потребностям многономенклатурного производства. Впрочем, то же самое можно сказать обо всех машинах участка «мокрых» процессов. Например, линия иммерсионного золочения (рис 6). Сообразуясь с планируемыми объемами выпуска продукции, мы выбрали установку фирмы Baoding Landun с ручной «логистикой»: оператор сам переносит подвески с платами из одной ванны в другую. Но при этом на небольшом, очень просто устроенном индивидуальном пульте каждой ванны выставляется время, необходимое для прохождения процесса, и по его истечении подается сигнал, так что ошибки, связанные с человеческим фактором, сведены к минимуму. Кроме того, технолог получает возможность оперативно регулировать длительность процессов, что значительно облегчает подбор параметров при освоении нового изделия – если бы длительность протекания процессов управлялась компьютером, то при каждом ее изменении приходилось бы переписывать программу, внося корректировки в общий цикл работы установки.



7

Эргономика в исполнении компании Universal: а – оборудование приподнято на стойках, все коммуникации проложены под ним. Можно также видеть краны всех трех цветов: синего, зеленого, красного; б – контейнер для запасных форсунок; в – пластмассовый ключ для отсоединения коллекторов хранится в кармане, сделанном специально для него; г – снятая крышка не ставится на пол, а вывешивается на стенке машины

Есть еще какие-то качества, которые добавляют привлекательности оборудованию Universal?

Еще одно достоинство машин Universal относится к области эргономики (рис 7). Шкафы управления расположены «вторым ярусом», это не только экономит площадь, но и оберегает их от проливов и забрызгивания, вполне возможных в помещении, по которому транспортируется множество различных химических растворов. Оборудование опирается на стойки, и все коммуникации проходят под ним – нет опасности споткнуться о трубу, перетаскивать через нее тележку при перевозке тяжестей.

Краны на коммуникациях окрашены в три разных цвета: синими имеют право манипулировать операторы, зелеными – только инженеры-технологи, положение красных кранов меняется только в особых случаях по специальному распоряжению.

Китайские дизайнеры далеко продвинулись в создании самых незначительных удобств – в том, чем раньше славились европейцы. Например, в подходящем месте машины устроен контейнер, в котором хранится комплект чистых форсунок для оперативной замены; на выходные дни в контейнер заливается раствор для предохранения форсунок от загрязнения. Сделаны карманы для инструмента, а стеклянные крышки отсеков, снятые для доступа к агрегатам и органам управления, не надо ставить на пол – на стенке машины есть гнезда, куда они вставляются специальными пластмассовыми кронштейнами.

Вы сказали про иммерсионное золочение. Какие еще виды защитных покрытий вы применяете?

Кроме иммерсионного золочения, мы применяем горячее лужение – HASL-процесс – и иммерсионное оловянирование.

Горячее лужение выполняется на трех установках (рис 8). Первая реализует подготовительные процессы:

очистку, микротравление для создания шероховатостей на поверхности меди и флюсование. Затем плату монтируют на рамку и отправляют собственно в установку горячего лужения, где она окунается в ванну свинцово-оловянного припоя ПОС-63 с температурой 250 °С, а затем обрабатывается воздушными ножами – потоками горячего воздуха, выравнивающего слой припоя и выдувающего его из отверстий в плате.

Далее плату нужно отмыть, но сразу облить ее водой нельзя, это вызовет недопустимое коробление. Сначала плату нужно остудить, не повредив при этом мягкую еще поверхность припоя. Специалисты Universal нашли эффективное инженерное решение: плата передвигается по входному конвейеру машины на воздушной подушке, которую создает под ней холодный воздух, подаваемый через отверстия в нижней поверхности конвейера. Благодаря уклону конвейера плата под собственным весом «доплывает» примерно до его середины, где ее останавливают выдвинувшиеся штифты. В этой позиции происходит остывание платы до комнатной температуры, после чего штифты убираются, и плата по тому же уклону перемещается к роликовому конвейеру модуля финишной отмывки.

Почему нужны три вида финишных покрытий?

Каждому из них присущи свои преимущества и недостатки, определяющие область оптимального использования.

HASL-покрытие отлично паяется, хорошо сохраняется. Его недостаток – наплывы припоя и разновысотность покрытия, что ограничивает применимость для поверхностного монтажа.

Иммерсионное золото дает прекрасную поверхность для монтажа и, кроме того, допускает монтаж разваркой. Но у золота есть свои недостатки, наиболее серьезный из которых – проблемы экологиче-



8 HASL-процесс: а – линия подготовки поверхности и флюсования (на переднем плане), установка финишной отмывки; б – установка горячего лужения производства китайской компании Dalux LTD; в – перфорированный наклонный конвейер, на котором плата остывает после прохождения воздушных ножей. Направляющие конвейера регулируются по ширине платы

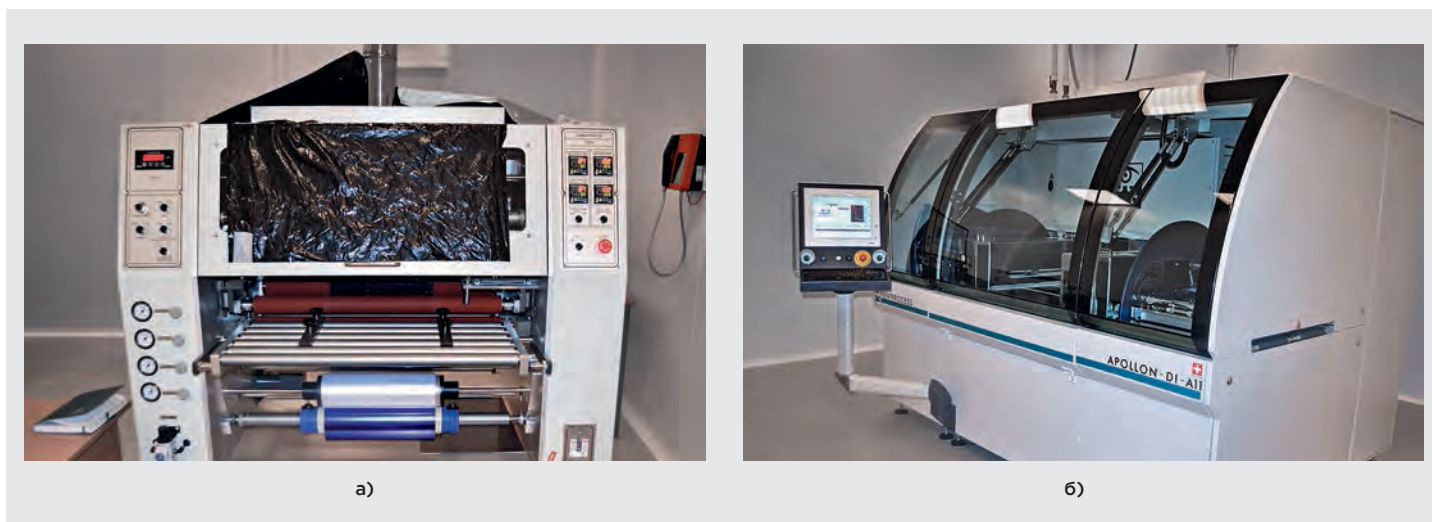
ского характера. Как известно, при осаждении золота используется подслоя никеля и раствор на основе уксусной кислоты; соли никеля обладают канцерогенными свойствами, горячая уксусная кислота – весьма агрессивное вещество. Вдобавок смесь компонентов раствора химического никеля трудно утилизируется. Ну и, конечно, золото как драгметалл очень дорого, а его использование должно сопровождаться строгой отчетностью.

Иммерсионное олово образует такое же по качеству покрытие, как иммерсионное золото, только не позволяющее проводить сварку. Прежде этот тип покрытия имел существенный недостаток: оно сохраняло требуемый уровень паяемости в течение двух недель, а потом портилось в результате образования интерметаллического соединения олова и меди. Для преодоления этого недостатка была разработана технология с разделени-

ем меди и олова подслоем электропроводящей органики; именно этот метод реализуется в нашей установке. Даже с таким усложнением процесс гораздо проще, чем иммерсионное золочение, требует меньше временных и энергетических затрат и, конечно, значительно дешевле вследствие низкой стоимости основного материала покрытия.

Мы уже дошли до финишных покрытий, но при этом пропустили целый ряд предшествующих этапов изготовления плат. Какое оборудование вы используете для работы с фоторезистом?

Для формирования проводящего медного рисунка мы применяем одну из лучших машин – установку прямого экспонирования Apollon D1-A11 швейцарской компании Printprocess (рис 9). Эта компания создает, вероятно, лучшие в мире системы совмещения, и такая система,



9 Фотолитография: а – ламинатор WAT 100F-LH корейской компании OTS; б – установка прямого экспонирования Apollon D1-A11

интегрированная в Apollo, производит эту операцию с погрешностью, не превышающей 5 мкм.

Две экспонирующие головки на ультрафиолетовых светодиодах обеспечивают рабочее разрешение 40 мкм при максимальном 20 мкм и дают практическую производительность по фоторезисту, равную 10 с на сторону заготовки размером 305 × 457 мм. При необходимости в машину можно установить до восьми головок, а также дооборудовать ее, например, модулем автоматического переверота ПП – сейчас эта операция выполняется вручную.

Сухой пленочный фоторезист наносится на плату при помощи ламинатора WAT 100F-LH, проявление производится на одной из машин Universal на участке «мокрых» процессов.

Как вы формируете на плате защитную паяльную маску?

Для нанесения на платы паяльной маски и маркировки используется трафаретная печать, реализованная в основном на оборудовании компании Gilco. Мы работаем с жидкими светочувствительными паяльными масками от нескольких производителей, двух цветов: зеленого и белого; последние используются для маркировки и в тех случаях, когда имеет значение эффект светоотражения, в частности, при изготовлении светодиодных светильников.

Мы рассмотрели основные процессы, входящие в цикл изготовления одно- и двухсторонних ПП и внутренних слоев МПП. Осталось ознакомиться со сборкой и прессованием многослойных плат.

Прежде чем начинать сборку пакета МПП, необходимо подготовить медные поверхности внутренних слоев – сделать их шероховатыми для увеличения адгезии к препрегу. Для этого на участке «мокрых» процессов имеется установка, реализующая сравнительно новую технологию TOP BOND компании

J-КЕМ. Этот процесс имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционно применяемым для той же цели оксидированием, одним из которых является уменьшение размерной нестабильности слоев вследствие низкой, по сравнению с оксидированием, температуры протекания реакций – не более 50 °С.

Пакет слоев МПП собирается на установке Rivolino компании Printprocess. Перед сборкой каждый слой нужно привязать к ее инструментальной базе – просверлить базовые отверстия. Важный момент: при сверлении этих отверстий необходимо учесть усадку, которой подверглись слои на предыдущих этапах обработки. Для этого служит установка Targomat IV той же швейцарской компании (рис 10). Targomat сравнивает реальное расстояние между реперными знаками слоя МПП с его чертежным значением, вычисляет уход размеров и располагает центры базовых отверстий со сдвигом на половину этого ухода – таким образом вдвое уменьшается погрешность в любой точке МПП.

Надо сказать, что подобная операция производится и после прессования МПП – перед сверлением в ней сквозных переходных отверстий. В этом случае включается в работу еще одно изделие компании Printprocess – установка вскрытия реперных знаков Targomil. Внешние слои МПП на этом этапе еще полностью покрыты фольгой, и Targomil двумя своими шпинделями, сверху и снизу, производит фрезерование на заданную глубину в местах расположения реперов на внутренних слоях. Теперь можно перемещать заготовку на Targomat, который установит уход размеров после прессования и расположит с его учетом базовые отверстия для сверлильного станка.

Давайте вернемся к сборке заготовки МПП.

Метод сборки, реализуемый на установке Rivolino, – бесштифтовой, на заклепках (рис 11). Количество заклепок и расстояние между ними подбирается опытным



а)



б)

10

Оборудование для формирования базовых отверстий: а – Targomat IV; б – Targomil

путем, оно зависит от размеров, материала и количества слоев в МПП. На штифты установки слой за слоем собирается пакет МПП, зажимается специальным приспособлением – мы называем его «утюжком»; затем задается расстояние между заклепками, и пакет отправляется в рабочую зону.

Процесс склепывания состоит из сверления отверстий, вставления в них заклепок и их расклепывания. Всё это происходит автоматически, одновременно с двух сторон пакета.

Теперь можно собирать пакет для прессования?

Для этой задачи, так же как и собственно для прессования, у нас установлено оборудование фирмы HML (рис 1 2). Склепанные заготовки – их укладывают по три в одну пресс-форму – поступают на линию сборки-разборки пресс-форм. Пакет для прессования – достаточно сложный «пирог», в котором, кроме заготовок МПП, присутствуют термобуферы для выравнивания температуры по площади, антиадгезивные пленки для предохранения пресс-формы от загрязнения вытекающим полимером, прокладочные листы, адгезивная пленка для исключения перемещения тяжелых плит пресс-формы относительно заготовки. Составные части пресс-формы весьма массивны, поэтому линия снабжена магнитным манипулятором.

Промышленные прессы в производстве печатных плат обычно бывают многоярусными, и для удобства загрузки пресс-формы доставляются к ним в стокере – раме с направляющими, расположение которых соответствует по высоте ярусам прессы. Для загрузки в стокер пресс-форм, весящих в сборе около 100 кг, служит пневматический лифт, для их перемещения к прессу – транспортная тележка с подъемным механизмом.

Мы пользуемся двухъярусным вакуумным прессом HML MP-50-2VK. Он позволяет работать как с низкотемпературными, так и с высокотемпературными материалами. Перед загрузкой пресс предварительно разогревается до 80 °С, производится вакуумирование. Параметры режима прессования изменяются по заданному профилю: сначала достигается размягчение препрега до гелеобразного состояния, затем усилие прессования и нагрев возрастают до максимальных значений – наступает стадия стеклования. После необходимой выдержки в работу вступает система водяного охлаждения – начинается фаза контролируемого остывания пресс-формы, и при снижении температуры до значения 50 °С ее можно извлекать и отправлять на разборку.

Дальше – сверление сквозных отверстий, их химическое меднение, фотолитография, гальваническое осаждение меди и травление внешних слоев, контрольные операции, финишное покрытие, нанесение защитной паяльной маски, маркировка. Плата готова к монтажу.



а)



б)



в)

1 1

Установка сборки заготовки МПП Rivilino: а – общий вид; б – прижимное приспособление – «утюжок»; в – зона склепки

Какое оборудование вы применяете для контроля выпускаемых плат?

Помимо обычного визуального контроля мы проверяем качество воспроизведенной на внутренних и внешних слоях топологии с помощью автоматической оптической инспекции (АОИ) Discovery II 8200 производства компании Orbotec. Проанализировав изображение платы, которая удерживается на рабо-



1 2

Оборудование, используемое в технологической цепочке подготовки и прессования МПП: а – пневматический лифт. Справа в стене – шлюзовое окно между помещениями разных классов чистоты; б – двухъярусный вакуумный пресс HML MP-50-2VK

чем столе вакуумным фиксатором, АОИ показывает все отклонения ее элементов от оригинала, сформированного в соответствии с КД; решение о степени критичности отклонений принимает оператор. Допуски программируются в соответствии с классом точности ПП.

Производится также электрический контроль плат, для чего используется автоматический тестер с «летающими щупами» модели Space Light ESL-610 – машина, способная работать с материалами толщиной от 0,1 мм (рис 1 3).

Как вы контролируете качество самого технологического процесса?

Наиболее полное представление о состоянии основных технологических процессов дает контроль качества исполнения элементов ПП по микрошлифам; особенно большую информацию дает исследование микрошлифов металлизированных сквозных отверстий.

Таким образом проверяется каждая плата, для чего на ее заготовке в выбранных местах при проектировании закладываются тест-купоны, число которых зависит от сложности платы. Каждый купон содержит отверстия, просверленные сверлами тех диаметров, которые используются при изготовлении данной ПП. Вместе с платой купоны проходят все стадии технологического процесса, а затем вырезаются, и из них изготавливаются микрошлифы.

Изготовление микрошлифа – непростая задача. В купоне имеются базовые отверстия для закрепления на технологической оснастке. Несколько купонов на оснастке вставляются в цилиндрическую обечайку и заливаются органической термореактивной смолой, которая затем подвергается полимеризации. Процесс проводится в вакуумной печи – в смоле не должно остаться пузырьков воздуха, которые особенно трудно удаляются как раз из отверстий.

После этого заливочная обечайка отделяется, и купоны в затвердевшей смоле идут на шлифовку. Эта операция



1 3

Автоматизированный контроль изготовленных ПП: а – оптическая инспекция; б – тестер с «летающими щупами»

требует очень большой точности. Задача шлифовки – вывести поверхность шлифа в плоскость, в которой лежат оси тестовых отверстий, причем допуск, установленный ГОСТом на отклонение от нее по глубине, равняется $\pm 10\%$, иначе искажения при измерении толщины металлизации на стенках отверстия будут слишком велики. Если речь идет об отверстии диаметром 0,2 мм, то допуск будет равняться 20 мкм.

Операция шлифовки производится на установке Tegramin-30. Это шлифовально-полировальный станок, так как заключительные этапы обработки шлифов представляют собой серию из нескольких операций полирования с уменьшающимся размером абразивных частиц.

Изготовленный шлиф анализируется на микроскопе фирмы Olympus под управлением компьютерной программы (рис 1 4).

Надо отметить, что контроль по микрошлифу нужен не только для того, чтобы убедиться в годности данной платы и записать этот факт в паспорт, прилагаемый к маршрутному листу. Другую, не менее важную роль они играют при отработке технологии для новых изделий и материалов. Самый простой пример: на тестовой плате из нового материала просверливаем, скажем, 1000 отверстий и потом вырезаем тест-купоны через каждые 100 отверстий – так устанавливается ресурс сверла данного диаметра на данной толщине данного материала. Или на многослойной плате сверлим отверстия диаметром от 0,2 до 1,8 мм при разном числе оборотов и скорости подачи, изготавливаем шлифы, исследуем их – на этом материале подбирается оптимальный режим сверления.

Вы говорите – исследуем микрошлиф. Какие его элементы оцениваются в таком исследовании?

Мы можем посмотреть форму отверстий и толщину их металлизации, обнаружить ее разрывы, проверить соединение меди на стенках отверстия с медью контактной площадки; можем увидеть наносы смолы, стеклование и еще многое другое.

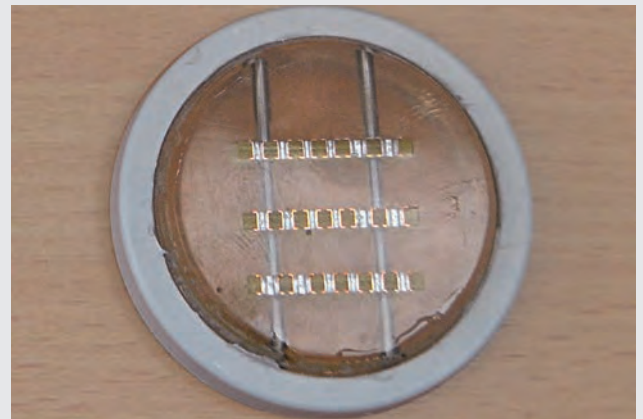
Если мы видим, например, отклонения стеклотекстолитовой границы отверстия, или нанос смолы, – значит, что-то было не так со сверлом, если речь идет об освоенном изделии, либо неверно установлен режим сверления, если отрабатываем технологию для новой платы. Нанос смолы может также свидетельствовать о недостаточно эффективной очистке в ходе процесса химического меднения. Вообще же информация, которую дает анализ микрошлифов, позволяет сделать выводы практически по всем операциям технологического процесса.

Наверняка вы уже провели обширный цикл подобных исследований на новом оборудовании. Расскажите о каком-нибудь из таких испытаний.

Одна из опытных работ была нацелена на проверку качества металлизации отверстий с большим соотношением глубины к диаметру. Проверка проводилась на высоконасы-



а)



б)

1 4

Участок микрошлифов: а – шлифовально-полировальный станок Tegramin-30; б – микрошлиф, готовый к исследованию

щенных многослойных ПП из двух разных базовых материалов, одна из них имела толщину 2,0 мм, другая – 2,1 мм. Отверстия имели диаметр 0,2 мм. Контроль по микрошлифам показал, что все отверстия получили сплошную, без изъянов металлизацию одинаковой по всей поверхности толщины 35 мкм при допуске $\pm 10\%$. То есть мы можем гарантировать безупречное качество металлизации отверстий с AR = 10, а скорее всего и больше.

Спасибо за интересный рассказ.

ТЕХПОДДЕРЖКА

УМНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС В ДЕМОЗАЛЕ ОСТЕК-СМТ



Текст: Дмитрий Полесский



В организации процессов автоматизации на радиоэлектронных производствах происходят активные перемены. Компании нацелены на оптимизацию и автоматизацию работ, выпуск качественной продукции и услуг. Особое внимание уделяется вопросам минимизации брака и влияния человеческого фактора. Концепция Индустрии 4.0 уже пришла в Россию, данный термин давно на слуху, однако живые примеры применения этой концепции в жизни, полноценная выгода и осознание происходящих тенденций остаются в тени. Необходима точно сформированная цель и определение принципов ее достижения. Для ее формулирования предприятиями проводятся мероприятия по сбору, анализу и обработке информации о работе индустрии в целом, выявляются ключевые плюсы и минусы, разрабатываются пути развития и решения проблем на производствах.



Визуализация на гаджете: Цифровое сборочно-монтажное производство

В силу замедленного процесса автоматизации производственных процессов эффективность современного производства пока далека от оптимальной. Это вызвано низкой степенью управляемости, непрозрачностью производственных процессов и, порой, состоянием сложноуправляемого хаоса в условиях цейтнота. Процесс цифровизации происходит медленно.

В настоящее время существуют новые инновационные методы, уже используемые в Европе, Америке, Японии и Южной Корее, призванные оптимизировать, улучшить и наладить производственные процессы для финансовой отдачи и экономической эффективности. Спектр таких методов многогранен, и наверняка вы даже не подозреваете, что то, о чем вы подсознательно задумывались – уже реальность.

Компания Остек-СМТ предлагает ряд решений по рациональному использованию ресурсов производства и их оптимизации с привлечением инновационных технологий, помогая предприятиям выстраивать современную структуру производства: комплексы оптической и рентгеновской инспекции изделий, системы современной влагозащиты и отмывки, решения по ручной и автоматизированной установке компонентов и их пайке, автоматизированные системы хранения и многое другое. Специалисты компании провели большую работу по созданию модели цифрового умного производства.

Создав собирательный образ радиоэлектронного предприятия, изучив распространенные проблемы и «болевы точки», мы разработали концепцию демонстрационного зала, в котором собрали в миниатюре высокотехнологичные разработки, акцентированные на современных принципах автоматизации и абсолютно новом подходе к построению производств.

В демозале Остек-СМТ представлен современный программно-аппаратный комплекс «Умная линия», в который входит оборудование, связанное между собой цифровыми каналами коммуникации и позволяющее выстроить и пока-

зать сложную конструкцию инновационного производства, сбора и аналитики информации, управления качеством технологических процессов.

Как театр начинается с вешалки, так и любое радиоэлектронное производство начинается со склада комплектующих и электронных компонентов и занимает особое место в организации производственных процессов. Эффективность же производства напрямую зависит от таких факторов, как закупка компонентов и комплектующих, их строгого учета и прослеживаемости, хранения в особых условиях, своевременной выдачи необходимой комплектации на производимые



Интеллектуальная система хранения



Умное рабочее место

изделия. В демозале Остек-СМТ представлено революционное комплексное решение, которое позволяет повысить эффективность монтажа компонентов, сократить время простоев линий сборки, обеспечить строго структурированное хранение компонентов по международным стандартам, а также выдачу компонентов согласно расписанию или другим потребностям производства. Все это достигается взаимодействием роботизированных складов и сборочно-монтажного оборудования через специализированное программное обеспечение без остановки процессов производства.

В состав комплекса входит система управления качеством, включающая современное контрольно-инспекционное оборудование, специальное программное обеспечение собственной разработки, а также сторонних производителей. ПО позволяет отслеживать множество параметров в технологическом процессе, своевременно реагировать на изменения, сбои, нарушения процессов, влияющие на качество готовой продукции, а также точно планировать мероприятия по сокращению уровня дефектов.

Также в демозале представлены решения для оптимизации ручных сборочно-монтажных операций. Как извест-



Макет реализации программно-аппаратного комплекса «Умная линия»



Диспетчерский экран Цифрового сборочно-монтажного производства

но, такие операции сопряжены с низкой повторяемостью, высоким уровнем дефектности, зависят от человеческого фактора. Наши специалисты разработали уникальное решение – Умное Рабочее Место (УРМ). Оно дает возможность посмотреть свежим взглядом на, казалось бы, такой повседневный и рутинный вид деятельности производства, как поверхностный монтаж. Сокращение процента брака, минимальное время на сборку изделий, переналадку и поиск компонентов, возможность привлечения в процесс людей без специальной подготовки – это лишь часть возможностей, которые можно реализовать с помощью УРМ.

И это далеко не полный набор инструментов Индустрии 4.0, представленных в демозале Остек-СМТ, которые помогут цифровизировать и автоматизировать производство.

Остек-СМТ предлагает вам детально ознакомиться с возможностями компании и высокотехнологичным оборудованием и получить драйв от «тест-драйва», обратившись к нашим специалистам – сервис-инженерам и инженерам-технологам, имеющим значительный опыт работы в отрасли. Они расскажут о всех преимуществах представленного оборудования и цифровых технологий, покажут примеры уже завершенных проектов и отзывы о них. Наши специалисты готовы разработать индивидуальный план знакомства и анализа вашей продукции, подобрать правильную архитектуру будущей цифровой фабрики, помочь с определением плана действий для трансформации текущего производства в соответствии с принципами Индустрии 4.0.

В демозале вы сможете увидеть все системы в рабочем режиме, и мы дополним реальность прогулкой по виртуальному производству с осуществленным проектом внедрения представленных в демозале Остек-СМТ технических средств.

Для организации визита в демонстрационный зал Остек-СМТ отправьте заявку по электронной почте: smt@ostec-group.ru.



Essemtec Fox

Универсальный сборочный центр



Максимум функций на 1 м²

Установка + дозирование

на одном автомате, 5 видов головок

Быстрая переналадка

революционно удобный интерфейс

Компактность + точность

1 м², 180 питателей, 45 мкм при 3 сигма

Диапазон компонентов

от 01005 до 80 x 80, высота до 25 мм

Простое обслуживание

Подробнее на fox.ostec-smt.ru



productronica

SEMICON
EUROPA

Международные выставки электроники, технологий, оборудования и материалов для производства радиоэлектронной аппаратуры

PRODUCTRONICA '19 SEMICON EUROPA '19

Станьте участником всех самых ярких событий выставок!

11-15 ноября
2019 г.

Германия,
Мюнхен

От 850 Евро
на 5 дней*

* цена указана без НДС. Оплата по курсу ЦБ на день оплаты. В стоимость включено: перелет, проживание, экскурсия в политехнический музей, входной билет и русскоязычное сопровождение на выставке, посещение производств, приветственный ужин.



ВИЗОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Мы поможем в формировании правильного пакета документов, оформлении приглашения, анкеты и страховки.



ПОСЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ

С нами вы посетите известные заводы – возможность, которая предоставляется только организованной группе и компании с именем.



ОТЕЛИ

Только с нами выгодные цены на проживание в горячий сезон выставок. Мы бронируем номера за год до мероприятия.



ДЕЛОВЫЕ СВЯЗИ

Наши групповые бизнес-туры – это уникальная возможность для общения, знакомств и новых деловых контактов.



ЭКСПУРСИИ ПО СТЕНДАМ

Каждую группу сопровождает гид – наш эксперт в оборудовании и технологиях, который поможет вам общаться с иностранными экспонентами.



будущее
создается

Подробности на сайте productronica2019.ru или по телефону +7 (495) 788-44-44.
Заявки принимаются по адресу productronica@ostec-group.ru.