

04 (49) сентябрь 2020

ВЕКТОР

ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Научно-практический журнал

ПЕРСПЕКТИВЫ
Антон Большаков

4 КОНЦЕПЦИЯ БРЕНДА
«ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ!»

ТЕХНОЛОГИИ
Денис Поцелуев

22 ВЕТЕР ПЕРЕМЕН В
ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ
ВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ:
ИСТОРИЯ УСПЕХА УСТАНОВКИ
«БОРЕЙ»

КАЧЕСТВО
Андрей Насонов

42 РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И
ТЕСТИРОВАНИЯ

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!

В большинстве стран кризис, связанный с пандемией COVID-19, сформировал запрос на разработку новой медицинской техники, медицинских промышленных систем контроля и диагностики для раннего обнаружения эпидемий. Импульс к развитию получили несколько направлений:

- Персональная телемедицина, где разработчики вкладывают силы в создание носимых приборов экспресс-диагностики состояния здоровья человека.
- Промышленные системы контроля и диагностики для раннего обнаружения и проактивного предотвращения распространения эпидемий в критически важной инфраструктуре: госпиталях, аэропортах и вокзалах, объектах инфраструктуры; для обеспечения удаленной и безопасной организации работы производственных компаний.
- Системы поддержки нормального быта пожилых и нуждающихся в помощи людей, в том числе пациентов (Ambient Assisted Living). С учетом дефицита

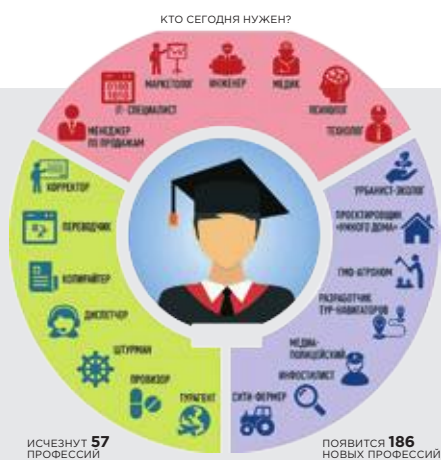
медицинского персонала и дальнейшего старения общества это направление обладает высоким потенциалом развития.

Каждое их перечисленных направлений подразумевает применение таких технологий, как роботизированные системы, дополненная реальность, когнитивные системы и искусственный интеллект, сенсоры, современные системы связи и обмена информацией, системы обучения и многие другие.

У российских производителей электронной компонентной базы и производителей готовой продукции есть все шансы побороться за место под солнцем на рынке перечисленных медицинских и промышленных систем. Надеюсь, вопросу о том, как это сделать, будет уделено значительное внимание на международном Форуме «Микроэлектроника 2020», к которому подготовлен этот номер научно-практического журнала «Вектор высоких технологий».

**Антон Большаков,
директор по маркетингу**

В НОМЕРЕ



ПЕРСПЕКТИВЫ стр. 10



ТЕХНОЛОГИИ стр. 22



ТЕХНОЛОГИИ стр. 28

ПЕРСПЕКТИВЫ

КОНЦЕПЦИЯ БРЕНДА «ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ» 4

Автор: Антон Большаков

МЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО РАБОТАЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОБУЧАЕМ. НАЧАЛ РАБОТУ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ГК ОСТЕК 10

Авторы: Алла Карпова, Владимир Команов

ОТКРЫТИЕ АКАДЕМИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБУЧЕНИЯ 18

Автор: Вера Лепешова

ТЕХНОЛОГИИ

ВЕТЕР ПЕРЕМЕН В ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ ВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ: ИСТОРИЯ УСПЕХА УСТАНОВКИ «БОРЕЙ» 22

Автор: Денис Поцелуев

BLACK RESIST ИЛИ КАК УСОВЕРШЕНСТВОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЮ ФОТОЛИТОГРАФИИ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ФОТОНИКИ И МЭМС 28

Автор: Дмитрий Суханов

СВАРКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН ЧЕРЕЗ ПОЛИМЕРЫ . . . 36

Автор: Александр Скупов



КАЧЕСТВО стр. 42

КАЧЕСТВО

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ 42

Автор: Андрей Насонов

СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ШУМОВ ПРИ ЗОНДОВОМ КОНТРОЛЕ 46

Автор: Роман Розанов

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКОНТАКТНОЙ ПРОФИЛОМЕТРИИ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ПОВЕРХНОСТНЫЙ КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ 52

Автор: Сергей Максимов

ТЕХПОДДЕРЖКА

ПЕЧАТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА – ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ. 3D-ПРИНТЕР DRAGONFLY ДЛЯ ПЕЧАТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ 58

Автор: Семен Хесин

АВТОРЫ НОМЕРА

- ▼ **Антон Большаков**
 Директор по маркетингу
 ООО Предприятие Остек
 marketing@ostec-group.ru
- ▼ **Алла Карпова**
 Руководитель учебного центра
 ООО Предприятие Остек
 edu@ostec-group.ru
- ▼ **Владимир Команов**
 ООО Предприятие Остек
 edu@ostec-group.ru
- ▼ **Вера Лепешова**
 Начальник отдела дистанционного обучения
 Управления ИТ-проектов
 ООО «Остек-Инжиниринг»
 promacadem@ostec-group.ru
- ▼ **Денис Поцелуев**
 Начальник отдела продаж
 ООО «Остек-Интегра»
 materials@ostec-group.ru
- ▼ **Дмитрий Суханов**
 Главный специалист поддержки
 Технического управления
 ООО «Остек-ЭК»
 micro@ostec-group.ru
- ▼ **Александр Скупов**
 главный специалист технического сопровождения
 ООО «Остек-Интегра»
 materials@ostec-group.ru
- ▼ **Андрей Насонов**
 Технический директор
 ООО «Остек-Электро»
 ostecelectro@ostec-group.ru
- ▼ **Роман Розанов**
 Старший инженер направления микроэлектроники
 ООО «Остек-Электро»
 ostecelectro@ostec-group.ru
- ▼ **Сергей Максимов**
 Ведущий специалист группы технической микроскопии
 ООО «Остек-АртТул»
 info@arttool.ru
- ▼ **Семен Хесин**
 главный специалист технологического сопровождения
 отдела инжиниринга
 ООО «Остек-Сервис-Технология»
 ost@ostec-group.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ

КОНЦЕПЦИЯ БРЕНДА «ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ»

«Слабое присутствие на гражданском рынке – это беда всей российской электроники. Пропорции должны быть совершенно другие: не более 15 % должно идти на оборону, а 85 % должно идти на гражданский рынок. У нас пока все наоборот. Не потому, что гражданский рынок не востребован, а потому, что нас там нет, его заняли производители другие. Мы не научились продвигать продукцию. С этим надо серьезно работать, и я считаю, что это одна из задач государства – как раз подставить плечо российскому производителю для того, чтобы этот продукт находил спрос сначала на внутреннем, а потом и на внешнем рынке».

*Из выступления Ю. И. Борисова, заместителя Председателя
Правительства Российской Федерации, на конференции Ведомостей
«Электроника в России: будущее отрасли», 10 декабря 2019 года.*



Текст: Антон Большаков



Важность продвижения отечественной продукции электронной промышленности на традиционных и перспективных российском и международном рынках обозначена на государственном уровне, зафиксирована в стратегических документах. Создание бренда отечественной электроники – это платформа, призванная формировать и развивать целостный узнаваемый образ продукции и услуг радиоэлектронной промышленности и повышать эффективность продвижения.

Нахождение в реестре отечественного оборудования как право на использование бренда

Единый реестр электронной продукции, создаваемый в рамках Постановления Правительства РФ от 10.07.2019 N 878 «О мерах стимулирования производства радиоэлектронной продукции на территории Российской Федерации при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», может быть основой для бренда «Электроника России». Сейчас работа с данным реестром в большей степени имеет организационно-технический характер: формулирование критериев отнесения радиоэлектронного оборудования к отечественному. Цель реестра – стимулировать внутренний спрос на отечественную продукцию при процедурах во время государственных и корпоративных закупок Госкорпораций и при реализации национальных проектов. Но также реестр обладает серьезным потенциалом для продвижения отечественной продукции за счет формирования узнаваемого образа выгод и преимуществ отечественной продукции в умах потребителей.

Итак, идея в том, что оборудование, внесенное в реестр, также получает право использовать бренд «Электроника России».

Бренд «Электроника России» и его задачи

Бренд – это ассоциативно-образное представление обещаний и преимуществ, которые аудитория получит от взаимодействия с компанией, товаром и услугой. Восприятие бренда имеет следующие составляющие:

- аудитория знает бренд и отличает его в коммуникации от других брендов;
- аудитория понимает, что именно предлагает бренд, и чем это для нее ценно;
- аудитория верит в то, что обещания бренда будут выполнены.

На поверхности лежит, что суть бренда «Электроника России» опирается на исторические и неоспоримые достижения отечественной промышленности, наработки специального назначения и опыт создания продуктов для тяжелых условий эксплуатации. Но рыночный ландшафт кардинально меняется, как и его восприятие клиентами – общество ставит новые условия, новые рамки, новые требования к качеству. Это новая реальность, требующая обновленных брендов. Идеи, которые сегодня движут миром, – это освоение планет и дальнего космоса, кратное увеличение возможностей человека через интеграцию с искусственным интеллектом, излечение от сложных болезней и значительное продление жизни. Это территория принципиально новых смыслов. Поэтому бренд как коммуникативная 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. Важная задача при разработке бренда – добиться от аудитории его узнаваемости, веры в то, что обещания бренда будут выполнены.

Бренд «Электроника России» ориентирован на такую целевую аудиторию, как:

- Потребители электронной продукции и услуг, для которых важным является качество и надежность, ценовая конкурентоспособность.
- Талантливые квалифицированные и молодые специалисты, которые ищут возможность самореализации в важных для национальной экономики проектах.
- Зарубежные партнеры, заинтересованные в научно-техническом сотрудничестве и локализации производства в России.
- Органы власти, заинтересованные в сильной электронной промышленности, гарантирующей суверенитет и экономическое развитие страны.

Итак, привлекательность отрасли для талантливых специалистов, партнеров и инвестиций во многом зависит от создания благоприятного имиджа отрасли. Привлекательный образ не возникает сам по себе, его надо целенаправленно создавать. В противном случае он все равно будет формироваться под влиянием экономических и политических событий. И лучше на самотек этот процесс не пускать.

Прототипы бренда «Электроника России»

Исследование возможных примеров дает большое количество брендов аналогичного назначения в разных областях. Приведем несколько примеров.

Альянс Wi-Fi

Альянс Wi-Fi представляет собой промышленную группу, в которую входят все основные производители беспроводного оборудования Wi-Fi. На сегодняшний день альянс объединяет более 550 компаний, работающих в области беспроводных технологий.

Основной задачей организации является разработка, тестирование и сертификация, а также поддержка и продвижение форматов беспроводной связи Wi-Fi. Альянс разрабатывает семейство стандартов Wi-Fi-сетей (спецификации IEEE 802.11) и методы построения локальных беспроводных сетей. Его задачей является тестирование и гарантия возможности совместной работы в одной сети беспроводных сетевых устройств всех составляющих членство компаний, а также продвижение сетей 802.11 как всемирного стандарта для беспроводных сетей.

Дважды в год альянс проводит анализ совместимости, при котором инженеры фирм-производителей подтверждают, что их оборудование необходимым образом будет взаимодействовать с оборудованием других поставщиков. Сетевое оборудование, имеющее логотип Wi-Fi, сертифицировано как соответствующее релевантным стандартам и прошедшее тесты на взаимодействие. Пользоваться логотипом Wi-Fi можно только с письменного разрешения альянса и только его участникам. Членские взносы составляют от:

- участника-спонсора: 20 000 USD в год,
- участника-разработчика: 5 150 USD в год.

Итак, Wi-Fi Alliance – некоммерческая организация, основной задачей которой является разработка, тестирование и сертификация, а также поддержка и продвижение форматов беспроводной связи Wi-Fi. Компании могут войти в альянс на правах участника-спонсора или участника-разработчика.

Рекламная кампания INTEL INSIDE

Кампания Intel Inside была официально запущена при поддержке основных OEM-производителей Intel в июле 1991 г. Сначала логотип появлялся только в объявлениях, публикуемых в печатных СМИ, но с расширением программы его начали использовать в телевизионных роликах и на упаковках компьютеров.

Участники Intel Inside – OEM-производители, использующие в своих продуктах микропроцессоры Intel, рекламирующие и реализующие продукцию конечным потребителям под собственной торговой маркой. Чтобы получить лицензию Intel, фирма должна иметь сертификат и лицензию на торговую марку, которая дает право на использование в печатной, телевизионной и интернет-рекламе логотипов как самой программы Intel Inside, так и процессоров серии Pentium. Чтобы воспользоваться средствами из фонда развития телевизионной или печатной рекламы Intel, компании-лицензиаты обязаны размещать наклейки с логотипом Intel Inside на упаковке всех своих продуктов.

OEM-компании, получившие статус лицензиата, имеют право на частичное возмещение затрат на сетевую, телевизионную, печатную и радиорекламу. Программа Intel Inside была разработана, главным образом, для так называемого «повышения узнаваемости» торговой марки. С ее помощью конечный пользователь мог познакомиться с тем, что находится внутри компьютера, с его «сердцем» – процессором Intel.

Логотип Intel Inside можно использовать при реализации таких товаров, как: Интернет вещей, портативные компьютеры, мобильные телефоны, планшеты, серверы и т. п. Логотипы нельзя получить для следующей продукции: процессоры, продукция военного назначения, медицинские аппараты интенсивной терапии, продукция для игорного бизнеса, запрещенная продукция и т. п.

Чтобы получить право пользоваться логотипом Intel Inside, компания-заявитель должна приобрести как минимум 500 процессоров или других продуктов фирмы Intel (аппаратуру, датчики, микроконтроллеры). Компания-заявитель подписывает лицензионный договор, согласившись с его условиями, а также корпоративное соглашение о неразглашении условий.

Итак, Intel предоставляет право использовать логотип Intel Inside производителям и дистрибьютерам, продукция которых содержит технологии Intel. Программа Intel Inside была разработана, главным образом, для повышения узнаваемости торговой марки конечным пользователем, а также для маркетингового продвижения как Intel, так и компаний, использующих технологии Intel для реализации своей продукции.

Некоммерческая организация The Woolmark Company

The Woolmark Company – это некоммерческая организация, которая работает вместе с 60 000 австралийскими производителями шерсти, чтобы исследовать, разрабатывать и сертифицировать австралийскую шерсть. The Woolmark Company лицензирует торговую марку WOOLMARK для использования аффилированными продавцами в своих изделиях их шерсти в качестве сертификационного знака, означающего, что продукт соответствует набору стандартов, установленных организацией. Компания утверждает, что знак используется на текстильных изделиях в качестве гарантии того, что изделие изготовлено из 100 % чистой новой шерсти. Перед выдачей лицензии производителю проверяется состав волокна, сырье, соответствие материалов назначению изделия, % примесей в составе готового изделия, условия ухода за одеждой, дополнительная обработка пряжи.

Чтобы получить сертификацию от The Woolmark Company и пользоваться ее маркировками, необходимо приобрести лицензию. Для этого нужно заполнить заявление и прислать на почту компании. Далее компания-заявитель проходит проверку на соответствие ее продукции стандартам качества The Woolmark Company. После успешного завершения проверки и уплаты ежегодного лицензионного сбора лицензиату выдают уникальный номер лицензии и сертификат. The Woolmark Company может предоставить помощь компании-лицензиату в проведении текущих испытаний качества, дать советы по обеспечению высокого качества продукции.

На время сотрудничества The Woolmark Company оставляет за собой право делать выборочные проверки продукции компании-лицензиата и отозвать лицензию в случае выявления продукции ненадлежащего качества.

Итак, The Woolmark Company – некоммерческая организация, осуществляющая контроль за качеством шерстяной продукции и содействующая исследованиям, продвижению

и маркетинговым операциям компаний-производителей шерсти высокого качества.

Выводы из примеров

Исследование приведенных выше и других примеров позволяет сделать следующие предположения относительно бренда «Электроника России»:

- Бренд «Электроника России» должен принадлежать не отдельной компании или государственному органу, а производственным ассоциациям, союзам, консорциумам.
- Попадание в реестр отечественной электроники, экспертно и объективно подтвержденное соответствием необходимым критериям, может быть достаточным условием для получения предприятием права на использование бренда при продвижении.
- Затраты на разработку и «раскрутку» бренда оплаются за счет оплаты членских взносов в профессиональных организациях или оплаты за тестирование оборудования на соответствие критериями.

Финансовая модель создания бренда «Электроника России»

Разработка любого бренда и повышение его узнаваемости требуют инвестиций. Оценим возможный объем инвестиций и их возврат.

Затраты

Для оценки затрат на разработку бренда исследуем аналоги среди открытых конкурсных процедур на закупки Единой информационной системы госзакупок РФ. Наиболее близким по задаче, объему и содержанию работ

является конкурс «Оказание комплекса услуг по созданию системы визуальной идентификации и руководства по фирменному стилю Туристического бренда Российской Федерации» на сумму 5 316 666,67 руб., объявленный 30.09.2019 года. Победитель конкурса предложил итоговую сумму 3 800 000,00 руб., на которую и будем опираться в расчётах. Инвестиции в бренд одной разработкой не ограничатся и потребуют затрат на увеличение его узнаваемости. Анализ площадок показывает, что ежегодно это могут быть суммы, сравнимые с затратами на разработку бренда.

Оценка дохода

Для оценки возможного количества типов отечественного оборудования обратимся к утвержденной стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года. Согласно ей, общее число устойчиво функционирующих организаций электронной промышленности, действующих на территории Российской Федерации, оценивается на уровне 1 600-1 700. Каждое предприятие производит от нескольких десятков до сотен типов единиц оборудования, претендующих на статус отечественного. Оценочно реестр уже содержит порядка 1 000 типов оборудования. В Стратегии указана цель увеличения объема выручки электронной промышленности в 2,3 раза, а объема экспорта в 3 раза к 2030 году, и консервативная оценка – это кратный рост количества проверок на соответствие критериям отечественного оборудования.

Примеры расчетов

В итоге финансовая модель будет выглядеть следующим образом (Т 1):

Т 1
Финансовая модель

	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	ИТОГО
Разработка бренда, руб.	-3 800 000					
Инвестиции в узнаваемость, руб.		-3 800 000	-5 000 000	-5 000 000	-5 000 000	-18 800 000
Единиц оборудования	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	
Взнос, руб.	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	
Итого взносов	5 000 000	7 500 000	10 000 000	12 500 000	15 000 000	50 000 000
«Денежный поток»	1 200 000	3 700 000	5 000 000	7 500 000	10 000 000	27 400 000

СТАВКА ДИСКОНТИРОВАНИЯ	9 %
NPV	21 678 524

Итак, затраты на разработку и повышение узнаваемости бренда оплаются за счет незначительных взносов за экспертизу каждого типа оборудования на соответствие статусу отечественного и попадания в Реестр.

Речь про еще один логотип на упаковке?

Под брендом «Электроника России» следует понимать не размещение на упаковке логотипа. В основе, в первую очередь, лежит коммуникационная составляющая, где коллективная работа компаний-участников и государства должна принести результаты в виде увеличения финансовых показателей, а также узнаваемый образ отечественной электроники как внутри, так и за рубежом. А логотипу бренда отводится важная функция одного из инструментов для контакта с целевой аудиторией и партнерами.

Бренд помогает зарабатывать больше

Автоматизация и роботизация производства, внимание к качеству продукции в перспективе ближайшего времени приведет к выравниваю характеристик продукции. Большая доля конкурентной борьбы за умы потребителей будет ложиться на эмоциональное восприятие продукции, за которое отвечают бренды. Например, подавляющее количество современной потребительской электроники производится на фабриках (порой одних и тех же) в юго-восточной Азии. Но при этом потребители по-разному воспринимают качество продукции, дают разный эмоциональный отклик и готовы платить более высокую цену за известные «раскрученные» бренды.

Продвижение

Без сомнения, каждое отдельное предприятие электронной промышленности занимается продвижением. Но отрасль – это не только крупные компании, обладающие необходимыми ресурсами для продвижения, но и большое количество средних и малых компаний, стартапов, чья продукция также определяет инновационное лицо отрасли. Создание общего бренда призвано объединить усилия по продвижению отечественных производителей, сократить дублирование расходов и получить эффект синергии. Например, при создании привлекательного образа отрасли как работодателя или при продвижении на международном уровне.

Потребительский патриотизм

Бренд «Электроника России» формирует у потребителей понимание, что, приобретая товары и услуги с логотипом бренда, они поддерживают высокотехнологичный бизнес, создающий рабочие места и уплачивающий налоги на территории России, вносят свой вклад к уходу от сырьевого характера экономики.

Экспортный маркетинг

С учетом сформулированных в Стратегии электронной промышленности целей развитие экспорта произведенной ею продукции требует изменения

подходов. Для развития несырьевого экспорта нужна четкая коммуникация и сформулированная ценность того, что стоит за шильдиком «Электроника России». На глобальном рынке нужны качественные решения как на уровне продукта, так и на уровне интегрированных коммуникаций. Важной составляющей бренда «Электроника России» является единая система визуальных констант и набор инструментов имиджевого продвижения. Например, единый стандарт оформления выставочных стендов и подготовки рекламно-полиграфической продукции на иностранных языках, привлечение посетителей на коллективные стенды, проведение деловых мероприятий. Необходимо сформировать институт спикеров, отраслевых экспертов, владеющих иностранными языками, которые способны рассказывать и продвигать интересы и имидж отрасли как на международном уровне, так и в России.

Привлечение талантливых сотрудников

Глобальные компании предпринимают огромные усилия, чтобы привлечь талантливых российских конструкторов, инженеров, технологов, программистов, ученых. Сильный бренд должен помогать отечественным производителям создавать привлекательный образ работодателя, привлекать человеческие ресурсы на наиболее выгодных условиях и налаживать совместно с ВУЗами целевую подготовку кадров для предприятий отрасли.

Итак, бренд «Электроника России» – это не про логотип на упаковке, а про возможность увеличения финансовых показателей и согласованного формирования позитивного образа отрасли.

Ответы на наиболее часто задаваемые вопросы и возражения

Обсуждая с экспертами и представителям профессиональных сообществ идею статьи, я столкнулся с несколькими типичными вопросами.

Зачем нам платить, если мы и так попали в Реестр?

Попадание в Реестр должно давать ряд преференций при государственных и корпоративных процедурах закупок Госкорпораций и реализации национальных проектов. Информацию об участии в Реестре можно посмотреть на соответствующих ресурсах, например, ГИСР. То есть, если клиент сам не задастся целью найти данную информацию, то об этом можно прочитать только в информационных материалах. Бренд «Электроника России» должен подчеркивать престижность нахождения в Реестре и давать сильную базу для коммуникации с рынком. Нанесение соответствующего логотипа на продукцию будет демонстрировать

особенный статус оборудования при каждом взаимодействии с ним потребителя.

А если расчеты финансовой модели окажутся не соответствующими реальности?

Финансовая модель и целевые значения показателей являются инструментом управления для руководителя проекта и экспертов при сопоставлении плановых показателей с фактическими значениями, который оперативно покажет отклонения, узкие места, перерасход бюджета и позволит предпринимать корректирующие и предупреждающие действия.

Если все так красиво, то почему сами этим не займетесь?

Разобранные выше примеры показывают, что такой класс брендов не может принадлежать одной коммерческой компании, чтобы не вызывать подозрения в неконкурентной борьбе и предвзятости решений. Бренд, как нематериальный актив, должен принадлежать профессиональной ассоциации или консорциуму, уполномоченным квалифицированно подтверждать соответствие оборудования критериям реестра.

Необходимость платить взносы повысит стоимость продукции, не так ли?

Приведенный в модели взнос берется с каждого типа продукции. Если соотносить взнос 5 000 руб. с себестоимостью единицы продукции, выпускаемой серийно, то его влияние на себестоимость продукции незначительно.

А если бренд нам не будет приносить пользы, не превратится ли это в один из вариантов налога за присутствие в Реестре?

Финансовое участие дает право спрашивать с владельца бренда отчет о результативности. Если брендом владеет профессиональная ассоциация или консорциум, это дает право его участникам влиять на развитие бренда «Электроника России».

В финансовой модели положительный денежный поток. Как планируется им распорядиться?

Предложенный расчет является моделью, демонстрирующей возврат инвестиций. Для более точной модели необходимо также учитывать затраты в экспертизу соответствия продукции критериям бренда «Электроника России». Если реальные финансовые показатели будут совпадать с смоделированными, то возможно использование двух вариантов по отдельности или вместе. Первый вариант – это уменьшение ежегодных взносов или использование прогрессивной шкалы взносов в интере-

сах тех, кто раньше других внес или имеет наибольшее количество типов оборудования. Второй вариант – увеличение инвестиций в узнаваемость брендов, например, в выставочную деятельность на международном уровне или программы сотрудничества с ВУЗами для создания узнаваемого и привлекательного образа отечественной электронной промышленности.

А если качество продукта плохое, то это будет разрушать бренд?

Да, конечно, плохое качество продукции будет разрушать бренд. Поэтому, кроме соответствия критериям отечественного оборудования, продукция сама по себе должна быть качественной и соответствовать заявленным характеристикам. Это дает мотивацию и право владельцу бренда контролировать качество и отзываться право использовать бренд. Например, в приведенных примерах организация The Woolmark Company оставляет за собой право делать выборочные проверки продукции компании-лицензиата и отзываться лицензию в случае выявления продукции ненадлежащего качества. Но стоит отметить, что бренд «Электроника России» не преследует цель быть еще одним из большого количества знаков и сертификаций, определяющих качество и свойства товаров и услуг.

В чем отличие от бренда «Сделано в России»?

Бренд «Сделано в России» создан для продвижения экспорта, бизнеса и культуры, то есть ориентирован на формирование у широкой аудитории положительного образа широкой номенклатуры продукции. Бренд «Электроника России» нацелен на профессиональную целевую аудиторию как на международном уровне, так и в России. Он призван говорить на одном языке с целевой аудиторией и транслировать понятные ей ценности. Таким образом, оба бренда удачно дополняют друг друга.

Итак, нематериальный актив бренда «Электроника России» должен принадлежать профессиональному сообществу, ассоциации или консорциуму, что придаст объективность и влияние на развитие бренда.

Заключение

Бренд «Электроника России» добавляет ряд серьезных коммуникационных преимуществ и привлекательность реестру отечественной продукции. Его использование дает участникам отрасли возможность повысить эффективность продвижения, создав у потребителей образ высокотехнологичной, конкурентоспособной и надежной продукции и увеличив долю добавленной стоимости. При этом в выигрыше оказываются все участники отрасли, так как владелец бренда – производственная ассоциация или консорциум – может окупить его создание и продвижение за счёт оплаты. ▢

МЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНО РАБОТАЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОБУЧАЕМ.

НАЧАЛ РАБОТУ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ГК ОСТЕК

Текст: Алла Карпова, Владимир Команов

”

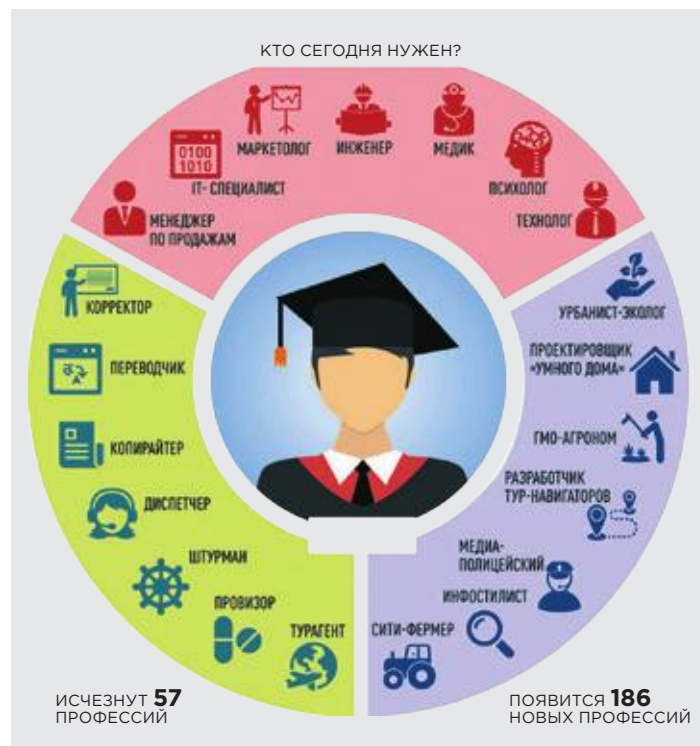
Знания устаревают, профессии, еще вчера актуальные, уходят в прошлое – как человеку сохранить свою востребованность на рынке труда, а с ней – социальный статус, уровень жизни и, в конце концов, самоуважение? Технологии сменяются быстрее, чем студент проходит дистанцию от первого курса до последнего. Рынок дает всё меньше времени на создание новых продуктов, маркетинг, методы управления качеством продукции, другие бизнес-процессы непрерывно трансформируются – как предприятию сохранить конкурентоспособность и потенциал развития? Ответ известен: учиться, учить. Взрослый человек сегодня должен привыкнуть постоянно учиться, компания должна взять за правило постоянно обучать свой персонал. Для решения этих задач существует система дополнительного профессионального образования.

Сегодня всё вокруг меняется так быстро, что нужны специальные усилия, чтобы не отстать от этих изменений – и не оказаться где-то на обочине жизни. В ответ на этот вызов появилась концепция Lifelong Learning (LLL) – обучение в течение всей жизни. В современном понимании эта концепция была изложена в докладе ЮНЕСКО в 1996 году¹. LLL должно способствовать приобретению навыка и вкуса к постоянной учебе, развитию способности адаптироваться в социальной среде, помогать в максимально полном раскрытии личностного потенциала. И, конечно, давать всё необходимое для поддержания профессиональных компетенций на уровне, соответствующем требованиям нашего высокотехнологичного, динамичного времени.

Мы уже знаем, причем многие – на собственном опыте, что в наиболее быстро развивающихся направлениях науки, технологиях и методах ведения бизнеса знания и сложившиеся методики утрачивают актуальность в среднем уже через пять лет. Более того, сегодня мы видим, как буквально на наших глазах отмирают профессии, еще недавно бывшие необходимыми и даже массовыми, а на смену им приходят специальности, порой звучащие несколько экзотично. Рис 1 показывает, как эту ситуацию отобразили создатели «Атласа новых профессий».

Если говорить более конкретно и о России, то тот же «Атлас» на самое близкое будущее выделяет в качестве наиболее востребованных профессий IT-специалистов, инженеров и высококвалифицированных сотрудников на производствах, менеджеров с антикризисным опытом, специалистов по машинному обучению и искусственному интеллекту, а также вообще любых технических специалистов. Глядя на пять-десять лет вперед, «Атлас» называет среди перспективных профессий гуманитариев и творческих людей, способных генерировать идеи и инновации, менеджеров, умеющих работать с технологиями и понимать суть новых IT-инструментов, а еще – химиков, биологов, специалистов наукоемких отраслей.

Что всё это значит? Это значит, что сегодня уже невозможно, как 20 лет назад, получить специальность в вузе, колледже или техникуме и потом всю жизнь обходиться этим багажом, развиваясь только за счет само- и взаимообучения на рабочем месте. Теперь специалист, еще вчера вполне компетентный, завтра может оказаться неэффективным или вовсе невостребованным, и такая коллизия может повторяться не один и не два раза в течение активной жизни человека. Повышение квалификации уже не бонус в профессиональном и карьерном росте, а необходимость, условие выживания в профессии. А если профессия попала в список исчезающих, то не поможет даже повышение квалификации – нужно приобретать новую специальность.



1

Образ близкого будущего от «Атласа новых профессий»: какую профессию выбрать, чтобы через 10 лет иметь хорошую работу

До сих пор мы говорили о рисках, которые «профессиональный застой» несет человеку, работнику. Но он опасен и для работодателя. Сегодня на открытом рынке доступно оборудование для выпуска продукции любого вида, качества и ценовой категории. В таких условиях человеческий капитал становится едва ли не единственным ресурсом, способным обеспечить экономическое преимущество в соревновании с конкурентами². В различных странах неоднократно публиковались расчеты, из которых следует, что затраты на обучение окупаются быстрее, чем на оборудование. Отсюда – растущая заинтересованность руководителей бизнеса в том, чтобы персонал их компаний соответствовал требованиям момента как по профессиональной структуре, так и по уровню квалификации.

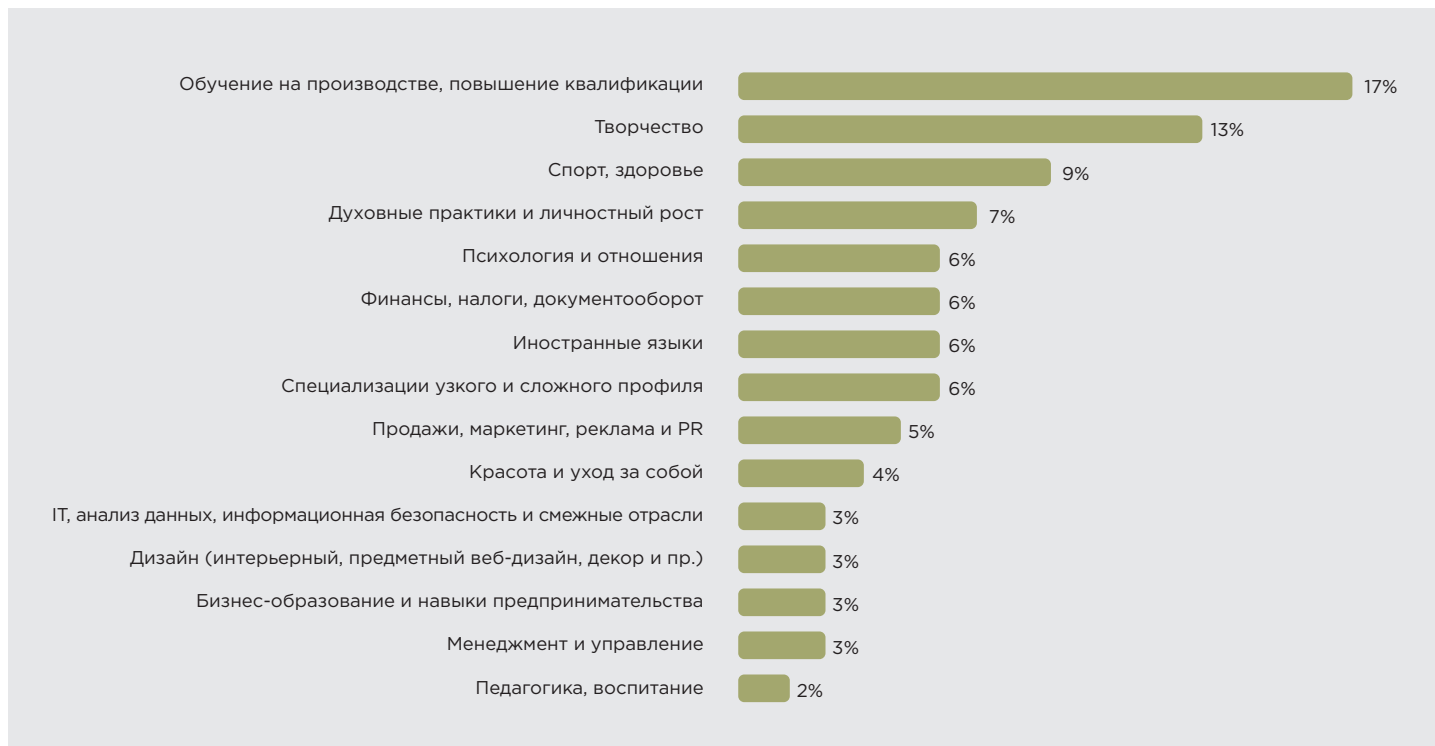
Для решения этих проблем – и работника, и работодателя – и предназначен институт дополнительного образования (ДПО). И очень показательным, что в нашей стране самым большим спросом среди направлений ДПО является как раз производственное обучение (рис 2)³.

Дополнительное профессиональное образование – это подвид дополнительного образования в структуре системы образования Российской Федерации,

¹ UNESCO. (1996). Learning: The Treasure within. UNESCO/HMSO, London.

² И. А. Коршунов, О. С. Гапонова. Непрерывное образование взрослых в контексте экономического развития и качества государственного управления // Вопросы образования / EducationalStudiesMoscow. 2017. № 4).

³ <http://research.edmarket.ru/>



2

Распределение аудитории между основными направлениями обучения по численности учащихся в 2019 году

включающий два направления: повышение квалификации, состоящее в получении новой компетенции и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся специальности, и профессиональную переподготовку, то есть получение новой специальности.

Нельзя сказать, что ДПО – новация последних лет и даже десятилетий: и курсы повышения квалификации, и организованная учеба сотрудников в собственной организации (сегодня это называется корпоративным обучением) существуют едва ли не с начала прошлого века. Что характерно именно для XXI века – это увеличение доли переобучения (рис 3)⁴. Такая тенденция закономерна: четвертая промышленная революция порождает специальности, о которых и не слышали 20, а порой и пять лет назад. Например, Data Scientist – специалист по инструментам анализа данных и извлечения из них полезной информации. А еще – оператор беспилотных аппаратов, инженер по возобновляемой энергетике, разработчик 3D-моделей, финансист со знанием криптовалютных рынков, специалист в сфере блокчейна, проектировщик «умной среды», архитектор виртуальной реальности... Имея базовое профессиональное образование, этим и другим профессиям новой экономики можно сравнительно быстро научиться – это и есть задача переподготовки.

Новые технологии, меняя картину профессиональной занятости, меняют и облик дополнительного образования. Сегодня оно, как, впрочем, и первоначальное образование всех уровней, может реализоваться в таком разнообразии вариантов, какое прежде было просто невозможно представить. Ресурс, за счет которого достигается это разнообразие, называется EdTech.

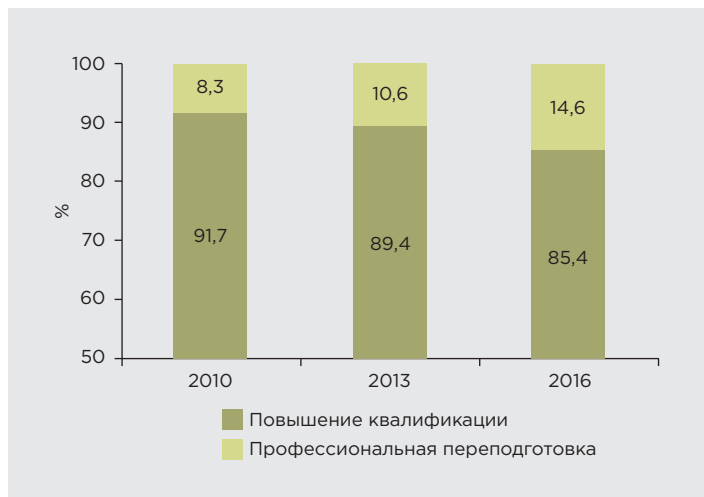
EdTech – это Educational technology, новые технологии в образовании; понятие охватывает широчайший диапазон способов подачи учебной информации, от прослушивания лекций по интернету до интерактивных школьных досок и технологий виртуальной реальности, моделирующих сложные производственные процессы. EdTech меняет традиционные представления об обучении, и мы рассмотрим здесь пять его трендов, которые актуальны для всего образования, но проявляются наиболее ярко в обучении после школ и университетов⁵.

Самый очевидный тренд, особенно характерный именно для ДПО, – стремительный рост онлайн-сегмента (рис 4). Приятно отметить, что Россия входит в топ-5 стран мира, жители которых активно используют образовательные онлайн-платформы. По данным исследования компании J'son & Partners Consulting, 7,2 млн россиян хотя бы один раз проходили онлайн-обучение.

Один из форматов онлайн-обучения, которым пользуются миллионы людей во всем мире, – массовые открытые онлайн курсы (англ. MOOC – Massive Open

⁴ Коршунов И. А., Кужелева К. С., Грачев Б. А., Сергеев К. А. Обучение и образование взрослых: востребованные программы, возрастная и отраслевая структуры / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. – М.: НИУ ВШЭ, Факты образования, № 1 (16), 2018.

⁵ <https://hr-portal.ru/blogs/elena-saharova>



3 Доля обученных работников в системах повышения квалификации и профессиональной подготовки

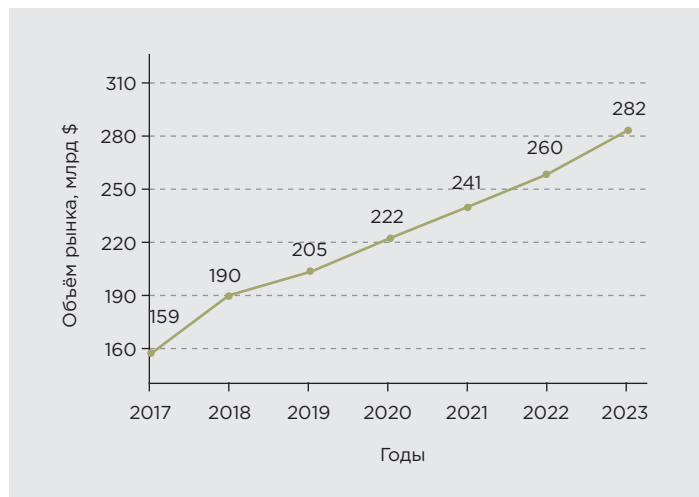
Online Courses). Однако, при всей их популярности, более высокую эффективность показывает blended learning – смешанный формат, сочетающий обучение в аудиториях с выполнением заданий по Интернету и использованием возможностей мультимедиа. Помимо получения знаний по выбранному предмету, смешанный подход помогает развивать привычку к планированию, самоконтроль – то, что относится к сфере «мягких навыков» – soft skills.

Второй тренд – обучение через опыт. Используется «неклассический» подход: практическая задача должна быть решена без предварительной теоретической подготовки. Самое важное в таких занятиях – чтобы человек научился анализировать, осознавать, каким именно путем он пришел к верному решению. Форматы обучения через опыт могут быть разные: тренинги, коучинг, мастер-классы и др.

Тренд №3 – использование технологий дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности. Инструментарий AR и VR может обеспечить максимальное погружение в изучаемый процесс, представлять сложные понятия в простых образах, дать возможность без риска осваивать опасные процессы и т. д.

Тренд №4: так называемая геймификация или игровизация – получение знаний и навыков в форме игры. Игра мотивирует, вовлекает, и скучные задания становятся интересными, результаты – наглядными и вдохновляющими, а сам процесс обучения – желанным занятием.

Наконец, пятый тренд состоит в интенсификации обучения. Школы, марафоны, интенсивы – все эти мероприятия направлены на освоение нового в сжатые сроки. Появляются новые форматы, например, хакатон – мозговой штурм, на который для реализации проекта собираются представители всех задействованных в нем специальностей; буткемп, представляющий собой короткий интенсивный курс тренировок, практики в каком-либо деле.



4 Объем мирового рынка онлайн-образования. По данным EdTechX Global, Global Market Insights, Education International, оценкам экспертов. Для периода 2019–2023 г.г. даны расчетные значения при среднегодовом приросте на уровне 8,2%

Важно понимать, что приведенные тренды – это не отдельные направления в обучении. Они сочетаются, действуют один внутри другого, и наибольший эффект от обучения дает их комбинация, наилучшим образом соответствующая теме курса, уровню подготовки слушателей и их пожеланиям по организации процесса.

Именно такую комбинацию предлагает Учебный центр дополнительного профессионального образования ООО Предприятие Остек (далее – Учебный центр, УЦ, УЦ Остек).

Решение об организации УЦ связано с пониманием проблемы нехватки квалифицированных кадров не только для самой Группы компаний Остек, но и в целом на российском рынке труда. Редко когда выпускник вуза может сразу полноценно включиться в работу. Это неудивительно: достаточно консервативные вузовские программы просто не успевают за развитием технологий, за сменой поколений оборудования, внедрением новых материалов, за появлением всё более совершенных инструментов проектирования, методов управления производством, приемов маркетинга, бизнес-стратегий. Что касается рабочих профессий, то печальное положение в этом сегменте не нуждается в комментариях.

Что получается? Редкие свободные кандидаты с высоким уровнем компетентности запрашивают высокую, часто завышенную цену за свою работу. Приходится самим готовить сотрудников прямо на рабочем месте. Результат обычно достигается, но его ценой становятся затраты времени и сил квалифицированных коллег, иногда – непроизводительный расход материалов и ресурса технологических установок и всегда – средств на заработную плату малоэффективного работника. К тому же существует вероятность поломки оборудования в результате неумелых действий ученика, а также, после того, как он



5

УЦ Остек: лицензия на право осуществления образовательной деятельности

вполне постигнет специальность, – его ухода к другому работодателю, имеющему либо более свободный бюджет, либо более острую нужду в профессионалах.

Обучение в специализированной организации снимает бóльшую часть этих рисков или снижает их остроту. Поэтому руководство ГК Остек, не отрицая роли обучения молодых специалистов в ходе выполнения практических задач, приняло решение о создании в своей структуре учебного подразделения.

Такая возможность появилась благодаря принятию в 2012 году Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»⁶, давшего право коммерческим организациям оказывать услуги в сфере образования наравне с некоммерческими.

Результатом принятия закона стал быстрый рост числа коммерческих курсов дополнительного профессионального образования, и уже в 2016 году их доля среди организаций, предлагающих аналогичные услуги, превысила долю корпоративного обучения, образовательных веб-сервисов и массовых онлайн-курсов вместе взятых (рис 6)⁷.

Образовательные программы, предлагаемые УЦ Остека, позволяют обучать специалистов с учетом специфики их деятельности. Выбор формы обучения определяется учебной программой, сроком ее освоения,

уровнем начальной подготовки обучающихся. Это позволяет предложить оптимальную стоимость обучения и обеспечить качество усвоения материала.

Освоение программ в УЦ возможно в групповой или индивидуальной форме обучения, с отрывом и без отрыва от производства, в аудиториях УЦ и на предприятии, дистанционно. В зависимости от целей программ подготовки в процессе обучения используются различные методы подачи учебного материала; например, мы можем предложить тренинг – интенсивный, краткий формат обучения, сочетающий теоретические семинары с практической отработкой навыков.

Желая предложить слушателям наиболее удобные формы обучения, УЦ Предприятия Остек внедрил электронную обучающую систему. Дистанционное обучение дает возможность получать образование без отрыва от производства. При грамотном применении этой образовательной технологии для решения ряда задач она может быть не менее эффективной, чем традиционные формы обучения, и при этом позволяет экономить время и деньги.

Выбор в пользу такой формы определяется рядом присущих ей преимуществ:

- индивидуальный темп обучения: изучать материалы можно по собственному графику, без привязки к группе, времени и месту занятия, что позволяет совмещать учебу с работой любой интенсивности;
- доступность: учиться можно с любого компьютера в удобное время, не тратя время на дорогу до места проведения занятий;
- персональные консультации с тьютором, обеспечивающие эффективную обратную связь от преподавателей в ходе всего периода обучения;
- курс «в кармане»: можно в любой момент пересмотреть урок или пропущенный вебинар в записи, скачать учебные материалы и сдать работу на проверку тьютору⁸.

Однако в последнее время в профессиональном сообществе появилось стабильно растущее убеждение в том, что чистое дистанционное обучение – никакое не обучение, а лишь информирование наиболее заинтересованных участников о существовании знаний по той или иной теме. Основными его недостатками называют:

- отсутствие прямого взаимодействия «преподаватель – ученик», недостаток живой речи и эмоционального обмена: ухудшается восприятие информации, снижается степень понимания материала, исключена возможность «на месте» разобраться в проблемных вопросах;
- отсутствие возможности общения с коллегами из других компаний или отраслей;
- технические трудности: не все слушатели имеют рабочие места,

⁶ ФЗ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Москва, 2013.

⁷ <http://files.runet-id.com/2017/rif/presentations/19apr.rif17-2.3-dreval.pdf>

⁸ <https://finacademy.net/materials/article/chem-otlichaetsya-onlajn-obuchenie-ot-distantionnogo-obucheniya>.



6

Структура дополнительного профессионального образования. Результаты исследования российского рынка ДПО в рамках проекта «Евробарометр» (РАНХиГС, 2016)

оснащенные ПК и выходом в интернет. Особенно эта проблема актуальна для отдаленных регионов с низким качеством интернет-соединения;

- подходит не для всех программ: нельзя выучиться дистанционно в тех случаях, когда для получения специальности необходима практическая отработка навыков. Невозможно по интернету научить, скажем, радиомонтажника работать на современной паяльной станции.

Очная форма, дополненная использованием дистанционных образовательных технологий, исключает или уменьшает проблемы, связанные с полностью аудиторным курсом, и при этом практически без потерь сохраняет его преимущества. Дистанционная составляющая дает возможность освоить большую часть программы в интенсивном режиме в удобное время, сохраняя при этом требования выполнения каждого блока к определенному сроку.

УЦ Остека имеет ряд преимуществ перед другими организациями ДПО.

Мы способны обеспечить очень сильный преподавательский состав. Для обучения по широкому спектру специальностей из сферы электронной промышленности наш УЦ располагает интеллектуальными ресурсами Группы компаний Остек – штат компании насчитывает более 500 специалистов в различных областях техники, технологий и ведения бизнеса. Некоторые из них имеют непосредственный опыт преподавательской деятельности, многие другие – близкий по содержанию опыт ведения конференций, семинаров и т.п. Помимо этого, многочисленные профессиональные контакты Группы компаний, реализованной за 29 лет своего существования огромное количество контрактов практически на всей территории бывшего Советского Союза, позволяют нам приглашать для ведения курсов и консультаций лучших экспертов-практиков в различных областях техники, технологий и бизнес-процессов. Далеко не все организации ДПО располагают такими широкими возможностями.

Также не у всех УЦ есть возможность демонстрировать оборудование «вживую», обучать работе на нем. Мы

можем также организовывать посещение предприятий, соответствующей тематике курса, что позволяет увидеть интересующие технологические процессы и оборудование в условиях реального производства.

Наконец, для частных лиц могут быть полезны наши знания рынка труда в электронной отрасли – мы можем помочь с выбором интересной и перспективной специальности.

Сейчас мы активно работаем над расширением перечня курсов, контролем и поддержанием актуальности методических материалов и созданием электронных вариантов курсов по востребованным программам повышения квалификации. Задачи непростые.

Прежде чем приступить к работе над подготовкой образовательного продукта, нам пришлось определить потребности в обучении. Для этих целей мы провели внутреннее анкетирование сотрудников и руководителей подразделений ГК Остек. Анализ внутренних потребностей в обучении – это ответ на вопрос: «Что работники знают и могут делать, и что они должны знать и уметь?». Мы выяснили, какое необходимо обучение, чтобы оно способствовало достижению целей организации.

Изучение потребностей «внешних» целевых аудиторий – еще один шаг на пути к выявлению перспективных направлений развития портфеля программ дополнительного профессионального образования. Ведь ни для кого не секрет, что учебное подразделение должно вносить собственный вклад в формирование прибыли предприятия. А для этого нужно понимать, какие направления востребованы, в чем уникальность нашего предложения.

На сегодняшний день мы реализуем курсы по программам обучения, без освоения которых некоторые категории специалистов просто не могут быть допущены до работы, поскольку обучение по этим программам регламентировано различными надзорными органами. Сегодня пройти обязательную подготовку по охране труда, пожарной, информационной безопасности, экологической и радиационной безопасности можно у нас. Сотрудникам ГК Остек нет необходимости искать учебный центр, а организациям-

партнерам это дает возможность приобрести образовательные услуги вместе с другими у одного поставщика.

Сейчас, в ситуации кризиса, бизнес вынужден по максимуму снижать издержки, и среди первых кандидатов на сокращение – бюджеты на обучение. В этих условиях нам важно предложить такую систему повышения квалификации специалистов, которая позволила бы и обеспечивать сотрудников необходимыми практическими навыками, и оптимизировать затраты на обучение. Во многом эту проблему решает максимальное включение в процесс дистанционного формата обучения.

Проанализировав опыт других компаний, которые уже работают с системами дистанционного обучения (СДО), УЦ определился с необходимым функционалом: LMS (Learning Management System, система управления обучением – хранилище учебных материалов, доступ к которому можно получить из любой точки мира), вебинары, собственные видеолекции, коммуникационные сервисы. Система относительно простая, с большинством ее возможностей обучающийся может разобраться самостоятельно, без обращения к технической поддержке. Но если не получилось, на сайте СДО есть подробные ответы на все вопросы по функционалу. Для прохождения обучения слушателю лишь необходимо зарегистрировать свой аккаунт в сервисе, указав свой электронный адрес на официальном сайте.

В ближайших планах – разместить в СДО ряд курсов для сотрудников и внешних слушателей, которые работают с клиентами. Это, прежде всего, курсы, которые рассказывают об основных продуктах, о правилах клиентского, сервисного обслуживания, о теоретических основах продаж. Готовим курсы по развитию личной эффективности.

К созданию курсов УЦ планирует привлечь и ключевых работников ГК Остек, большинство из которых – высококлассные специалисты по производственным технологиям, инжинирингу, сервисному обслуживанию в области электронной и микроэлектронной индустрии, имеющие опыт преподавания. В перспективе мы планируем подготовить электронные версии таких программ. Большое количество материалов, готовых стать учебными курсами, уже есть внутри компании. Одна из задач – найти их, обработать и выпустить в свет.

Чтобы обучающий контент был действительно полезен слушателям, он должен отвечать нескольким требованиям:

- простота и доступность изложения;
- форма, удобная для восприятия;
- очевидная полезность для бизнеса;
- применимость на рабочем месте.

Среди направлений обучения, которые могут быть реализованы собственными силами Учебного центра и производственных подразделений ГК Остек, мы планируем создать:


- вводные курсы (по адаптации) для новых сотрудников;
- курсы по изучению обязательных процедур и внутренних регламентов;
- курсы по продуктам и услугам компании;
- лучшие внутренние практики.

Безусловно, обойтись только внутренними ресурсами невозможно. Сейчас достигнуты договоренности о сотрудничестве с ведущими провайдерами онлайн обучения: Skillbox, «Лекториум», ведутся переговоры с Habr, Coursera. Наши заказчики смогут на выгодных условиях получать доступ к учебному контенту, тьюторскую поддержку, документы об образовании при успешном прохождении итоговой аттестации по курсу. Как результат – максимально широкий спектр возможностей для развития профессиональных компетенций.

УЦ предлагает большой перечень программ: это и краткосрочные программы, направленные на развитие общепрофессиональных компетенций (Soft skills); и бизнес-семинары, тренинги с привлечением внешних экспертов по актуальным темам, таким как «Индустрия 4.0», «Цифровая трансформация предприятий радиоэлектроники», «Стратегия управления ликвидностью», «Бюджетирование и контроллинг» и другим.

В планах развития Учебного центра можно отметить следующие направления:

- организация профессиональной переподготовки;
- разработка и утверждение программ дополнительного профессионального образования для сервисных инженеров;
- привлечение к преподаванию экспертов-практиков с опытом в конкретных отраслях производства;
- внедрение программ повышения квалификации по формированию компетенций в сфере цифровизации;
- наполнение учебного контента активными методами обучения: упражнениями по решению профессионально-ориентированных проблемных задач (problem-based learning); практическими ситуациями в формате традиционных и «живых» кейсов (case-studies); технологиями развития критического мышления (critical thinking), элементами геймификации;
- совершенствование бизнес-процессов организации обучения и сопровождения слушателей;
- разработка онлайн-курсов для внешних клиентов.

Реализация перечисленных задач возможна только при условии четкого понимания сложившейся ситуации на рынке услуг по дополнительному профессиональному образованию. Она потребует использования интеллектуального капитала ГК Остек, опоры на ее материальные и организационные ресурсы, поддержки со стороны руководства. Всё это у нас есть, и мы уверены, что УЦ ГК Остек готов занять достойное место среди организаций дополнительного профессионального образования. Мы смотрим в будущее с оптимизмом. 

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



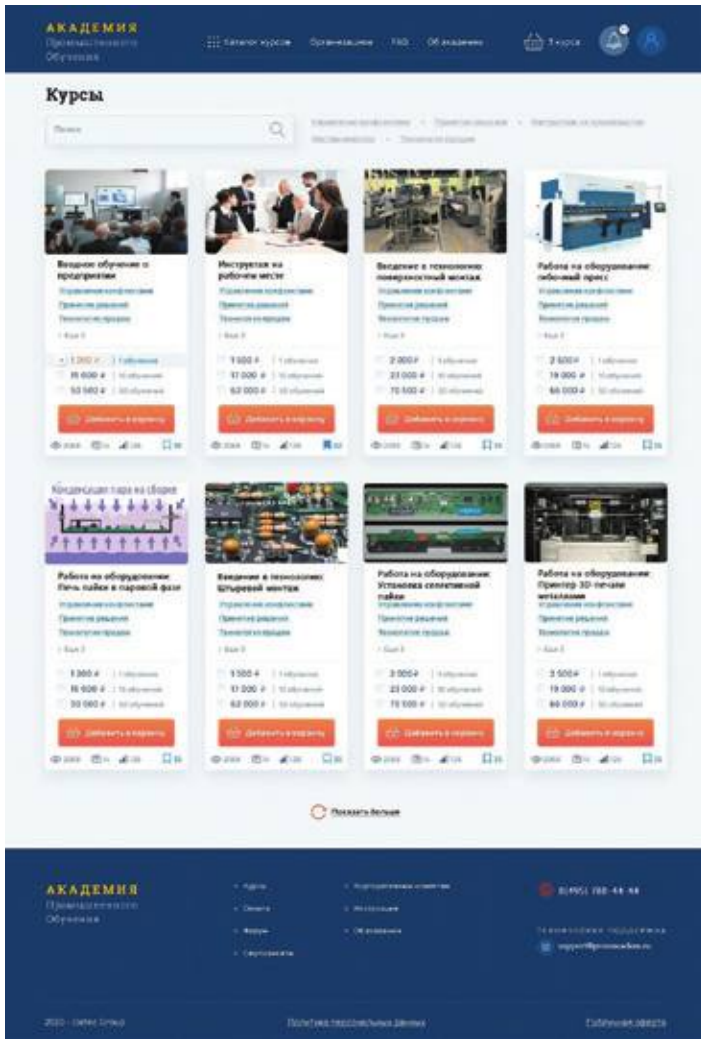
ОТКРЫТИЕ АКАДЕМИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБУЧЕНИЯ



Текст: Вера Лепешова

”

Мы живём в стремительную, нестабильную и сложную научно-техническую эпоху. Каждый день появляются новые технологии, новая информация и разработки. Чтобы оставаться конкурентоспособными в это непростое время, организациям, предприятиям и их сотрудникам необходимо постоянно повышать свой уровень квалификации, овладевая новыми знаниями и навыками. Эта необходимость определяет требования к наличию и качеству системы обучения и развитию персонала на промышленных предприятиях.



Идея портала была реализована путём создания «Академии промышленного обучения». Являясь новым явлением на российском рынке, «ПромАкадемия» призвана создавать уникальный обучающий контент, который будут формировать не только университеты, но и сами промышленные предприятия и их сотрудники, а будучи многофункциональным порталом, она даёт возможность аккумулировать и использовать полученные знания всем участникам портала.

Электронное образование по сравнению с традиционными формами более эффективно. Оно имеет следующие плюсы:

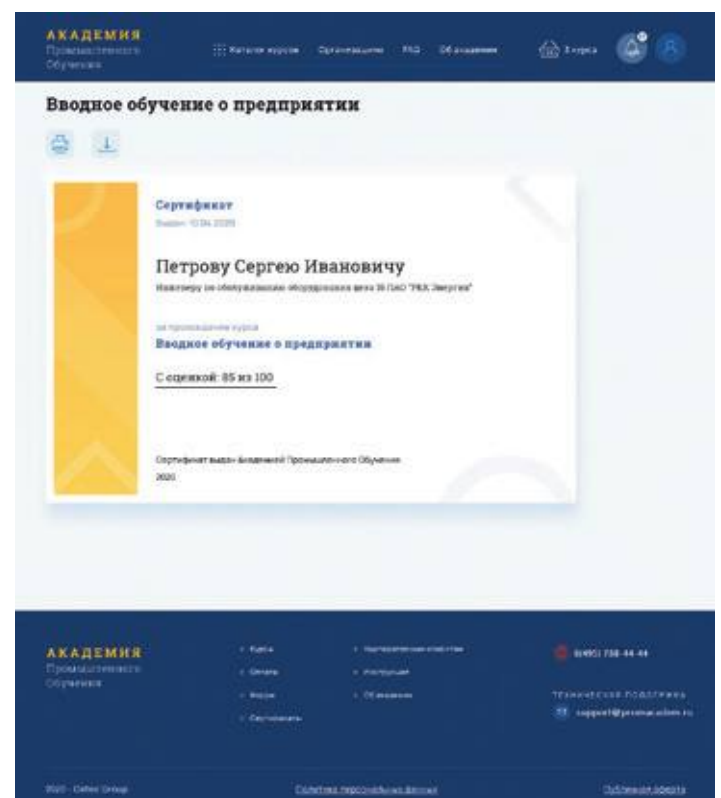
- логичное и удобное распределение времени обучающегося и времени преподавателя-эксперта, а также возможность управления скоростью обучения;
- уменьшение расходов на обучение, значительная экономия для пользователя;
- синхронное обучение большого числа сотрудников, которые не смогли бы разместиться в одной аудитории, зале или во всех аудиториях и залах целого университета;
- сохранение знаний при смене экспертного и преподавательского составов;
- интерактивная подача материала, проверка знаний, обратная связь;
- создание собственных учебных курсов с уникальным контентом.

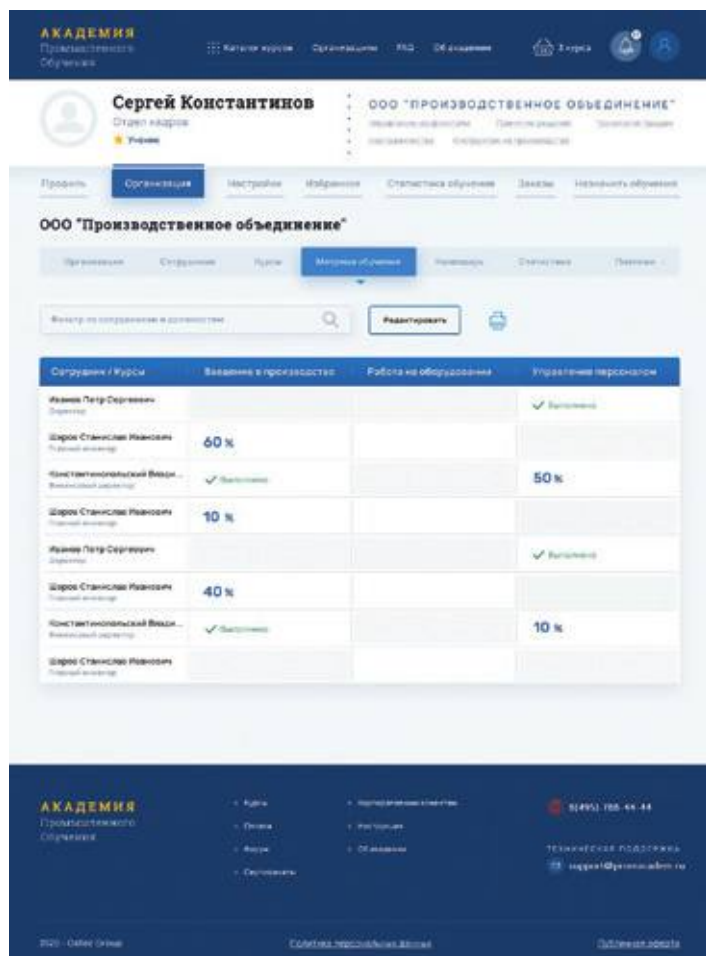
Главное, применяя инструменты дистанционного обучения в компании, руководство может от-

В настоящее время различные системы обучения получают все более широкое распространение и внедрение в крупных компаниях разных отраслей. Эти компании нуждались в оптимизации расходов, связанных с обучением специалистов, и получении доступного источника знаний. АО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Сбербанк», ОАО «РЖД», ПАО «МТС», ООО «Яндекс» обучают своих сотрудников с помощью LMS (Learning Management System, в переводе с англ. языка – система управления обучением) и электронных обучающих курсов.

В промышленности, в т. ч. в машиностроении и приборостроении, новые форматы обучения приживаются и развиваются с трудом. В первую очередь, это связано с отсутствием в достаточном количестве доступного электронного обучающего контента, например, по работе с конкретным технологическим оборудованием.

Каждому отдельному предприятию разрабатывать курсы сложно и дорого, именно поэтому возникла идея создать обучающий интернет-портал. Его главная цель – способствовать популяризации электронных форм обучения в промышленности и стимулировать разработку электронного обучающего контента для предприятий.





слеживать его прохождение, объединять процессы и оценивать результат – все это поможет повысить качество работы специалистов.

Рассмотрим более подробно, чем может быть полезен портал «ПромАкадемия» www.promacademy.ru промышленной отрасли в целом, конкретным предприятиям и их рядовым сотрудникам.

Полезность для предприятий

Портал **Promacademy** позволит снизить затраты на обучение новых сотрудников. Раньше для обучения работе с технологическим оборудованием выезд эксперта был сопряжен со значительными расходами и имел свои сложности в осуществлении. Например, подготовка графика командировки, перелет, переезд, гостиница, командировочные, наличие или отсутствие оборудования для проведения инструктажа и пр. Благодаря дистанционному обучению необходимость в командировочных расходах отсутствует.

На сегодняшний день на предприятиях существует проблема «старения» кадров. Выход на пенсию инженера или технолога, специалиста в своей узкой области, может вызвать сложный, подчас неразрешимый вопрос его замены. Эту проблему тоже поможет решить портал. Загрузка в систему для последующей работы собственного обучающего контента позволит полностью урегулировать вопрос утраты знаний,

создав единственную в своём роде базу для обучения специалистов. Другими словами, любое предприятие может создать свою собственную базу знаний, уникальную для данного конкретного сегмента промышленного производства, и позволит уменьшить зависимость от «незаменимых» кадров. Также это минимизирует потери организации от текучки кадров и обеспечит необходимый уровень знаний у всех сотрудников (выравнивание уровня знаний). Наличие собственной специализированной базы знаний также позволит снизить требования к квалификации и опыту при поиске персонала благодаря возможности его обучения на месте.

С помощью системы тестирования на портале руководство предприятия сможет получить объективную оценку уровня знаний сотрудников. Функционал портала «ПромАкадемия» позволит HR-подразделениям сформировать график обучения (в том числе обязательный) и осуществлять контроль над его прохождением. Последовательное накопление обучающего контента поможет создать единую базу знаний предприятия по ключевым компетенциям.

Полезность для отрасли

Как уже было сказано выше, основной проблемой, препятствующей распространению дистанционного образования в промышленном секторе экономики, являлось отсутствие обучающего контента. Оно было обусловлено специфичностью данных знаний и, как следствие, узким кругом целевой аудитории потребителей, а также высокой стоимостью создания контента.

Наш портал знаний призван решить эту проблему.

С одной стороны, предприятия получают доступ к большой базе контента. Необходимо обратить внимание, что обучающий контент будет доступен им по приемлемой стоимости, так как не нужно будет платить за разработку курсов, а только за их использование, что позволит снизить затраты в десятки и сотни раз.

С другой стороны, разработчики электронного контента получают возможность работать в сегменте промышленного обучения, компенсировать свои затраты за счет шеринг-технологий.

Кроме того, портал – это отраслевая база знаний. Промышленность России обладает большим количеством высококлассных специалистов, квалифицированных экспертов, носителей уникальных знаний. Портал даст возможность таким людям с помощью инструментов по созданию контента оформить свои знания в виде наглядных обучающих курсов. И затем эти знания станут доступны другим предприятиям.

Таким образом, портал «ПромАкадемия» решает отраслевые задачи.

Полезьа для технических специалистов

Портал «ПромАкадемия» также создан для повышения квалификации и обучения в индивидуальном порядке студентов, преподавателей ВУЗов, конструкторов и разработчиков радиоэлектронной аппаратуры, а также разработчиков электронных курсов. Портал даёт возможность повысить квалификацию, внести значительный вклад в саморазвитие и стать более конкурентоспособным на рынке труда, что в дальнейшем будет способствовать карьерному росту и расширению профессиональных навыков.

В зависимости от потребностей пользователя «ПромАкадемия» предоставляет различные возможности. При использовании личного кабинета у технического специалиста есть следующий инструментарий:

- Отслеживание результатов прохождения обучения.
- Доступ к каталогу курсов.
- Доступ к печати сертификатов после прохождения обучения.
- Доступ к печати аттестата с баллами.
- Получение и просмотр уведомления об изменениях, происходящих в системе. Например, при добавлении на портал нового курса.
- Вход на учебный портал через интернет-браузер на мобильных устройствах.
- Обращение в техническую поддержку.
- Оплата учебного контента со своей банковской карты онлайн.

При использовании личного кабинета разработчик курсов может осуществлять следующие функции:

- Хранение своего электронного обучающего контента на платной и бесплатной основе.
- Загрузка и управление электронным контентом.
- Видимость отзывов пользователей о своем контенте и контенте других авторов.
- Получение денежных средств разработчиком за использование его обучающего контента.
- Формирование отчетности о полученных от портала доходах.
- Самостоятельная настройка размещения, права и коммерческие условия доступа пользователей к своему контенту.
- Выбор способов оплаты доступа к своим загруженным курсам.

Резюме

На сегодняшний день главной задачей портала является организация системы обучения и развития персонала на предприятиях, где каждый пользователь (сотрудник), организация, группа, общество



смогут создать свою систему обучения и тестирования персонала, а также на форуме обсуждать интересные темы курса, урока, задавать вопросы эксперту, администратору портала и разработчику электронных курсов.

Появление портала связано с обеспечением доступности электронного обучения для предприятий приборостроения, машиностроения, микроэлектроники, необходимостью содействия образованию электронного обучающего контента, а также формирования нового метода повышения квалификации сотрудников отечественных предприятий.

Приглашаем вас оценить возможности Академии промышленного обучения на www.promacademy.ru.

ТЕХНОЛОГИИ

ВЕТЕР ПЕРЕМЕН В ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ ВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ:

ИСТОРИЯ УСПЕХА

УСТАНОВКИ «БОРЕЙ»



Текст: Денис Поцелуев



В мифологии Борея символизирует бурный северный ветер, в оборонной промышленности Борея – это название серии стратегических атомных подводных лодок, а в радиоэлектронной отрасли название установки «Борея» уже стало нарицательным и означает безопасный способ удаления влагозащитных покрытий с помощью микроабразива. На сегодняшний день этот способ не только безопасный, но и самый передовой и технологичный. Всего пять лет прошло с тех пор, как на бумаге появился первый чертеж установки «Борея», на тот момент еще безымянной. А сегодня уже можно положительно оценить успех и динамику развития нашего «Борея»: это и эффективное решение задач по удалению покрытий на ведущих отечественных предприятиях радиоэлектронной промышленности, и освоение новых областей применения, появление новой услуги по тест-драйву установки, постоянное усовершенствование и дооснащение «Борея» под индивидуальные требования клиентов. В этой статье мы расскажем о том, как совершенствовалась установка, какие дополнительные опции на сегодняшний день она включает и каковы перспективы её дальнейшего развития.



1
Установка для удаления влагозащитных покрытий Swam Blaster Turbo Max

Краткий экскурс в историю появления технологии микроабразивного удаления влагозащитных покрытий в России

По нашим оценкам, каждое третье предприятие по производству радиоэлектронной аппаратуры в РФ применяет влагозащитные покрытия для защиты печатного узла и электроники от неблагоприятных воздействий окружающей среды. А значит, как и прежде, существуют задачи по локальному или полному удалению покрытия с поверхности печатной платы – будь то ремонт или доработка. Для защиты электроники, как правило, используют как современные однокомпонентные лаки на уретановой или акриловой основе (например, HumiSeal 1A33, 1R32A-2), так и уже ставшие традиционными отечественные двухкомпонентные лаки и смолы (например, УР-231, Э-30, ЭД-20, ЭП-9114). Как показывает опыт наших клиентов, при необходимости частично или полностью удалить покрытие с компонента или участка платы больше всего сложностей возникает с отечественными лаками.

Группа компаний Остек была одной из первых, кто пять лет назад представил российскому рынку новую технологию удаления влагозащитных покрытий с помощью микроабразива¹.

¹ Удаление микроабразивом – это быстрый, универсальный, эффективный и контролируемый процесс удаления влагозащитных покрытий любого типа без использования растворителей и режущих инструментов. Принцип удаления основан на абразивном воздействии на печатный узел потока быстро движущейся смеси частиц специального абразива и воздуха, который проходит через форсунку, закрепленную на наконечнике, управляемом вручную или автоматическим манипулятором. Это позволяет направлять смесь в точно определенное место на печатной плате для снятия покрытия.



2
Установка для микроабразивного удаления влагозащитных покрытий «Борей»

В 2014 году в России была представлена первая установка для микроабразивного удаления влагозащитных покрытий Swam Blaster Turbo Max² производства американской компании Crystal Mark (рис 1). Эта установка является настольной и достаточно компактна. Несколько установок Swam Blaster Turbo Max были поставлены на ряд отечественных предприятий по производству электроники, где успешно решают задачи по удалению влагозащитных покрытий. Но меняющаяся экономическая обстановка в России и мире, запросы рынка по сокращению сроков поставки установки, просьбы клиентов о реализации дополнительных опций с целью повышения эффективности и удобства работы – эти и другие факторы послужили поводом для разработки и производства российской версии установки Swam Blaster Turbo Max. Так, в 2016 году на рынке появилась первая российская (и на сегодняшний день единственная) установка для микроабразивного удаления влагозащитных покрытий «Борей»³ (рис 2). Основными конструктивными отличиями от американской версии на тот момент стали удобная система транспортировки и регулировки по высоте, которая обеспечивает максимальное удобство и комфорт специалиста при работе, а также практичная система сбора отработанного абразива. Что особенно важно, установка «Борей» представлена

² Статья «Абразив спешит на помощь», журнал «Вектор высоких технологий» № 7 (12) 2014, Д.А. Поцелуев.

³ Статья «Абразив спешит на помощь. Часть 2.», «Вектор высоких технологий» № 1 (30) 2017, Д.А. Поцелуев.

Т 1

Отличительные особенности и характеристики установки микроабразивного удаления влагозащитных покрытий «Борей»

ХАРАКТЕРИСТИКА	ПРЕИМУЩЕСТВА
Встроенный точечный микроионизатор	Снимает статическое напряжение в точке подачи абразива. Делает работу безопасной и эффективной, т. к. вторая рука оператора остается свободной
Ионизатор постоянного тока непрерывного действия	Нейтрализует статический заряд на объектах рабочей зоны, повышает безопасность работы
Система транспортирования с возможностью блокирования и выставления уровня	Возможность быстро перемещать установку на производстве без дополнительного подъемного оборудования, удобство работы для персонала
Скорость очистки печатного узла до 30 секунд на одну плату	Повышает эффективность работы, сокращает трудозатраты
Два типа подсветки – дневная и ультрафиолетовая	УФ-подсветка позволяет выделять участки с влагозащитным покрытием на поверхности печатного узла (при наличии УФ-пигмента в покрытии) – лучший контроль процесса удаления покрытий
Измеритель напряженности статического поля	Позволяет контролировать уровень статического заряда на поверхности для подтверждения безопасности процесса
Ручной пистолет для обдува сжатым воздухом	Обеспечивает быстрый сдув абразива и частиц влагозащитного покрытия
Специальный микроабразив CarboBlast для микроэлектроники	Обеспечивает эффективное удаление большинства типов покрытий без повреждения печатного узла и компонентов
Комплект сопел различного диаметра	Для работы на платах любого уровня сложности и плотности монтажа



3

Точечный микроионизатор в установке «Борей»

в антистатическом исполнении и обладает многоуровневой системой защиты компонентов печатного узла от электростатического разряда, включая точечный микроионизатор⁴ (рис 3). Более подробно ключевые отличительные особенности и характеристики установки микроабразивного удаления влагозащитных покрытий «Борей» описаны в предыдущих статьях, но кратко их можно представить в Т 1.

Усовершенствование установки «Борей»

В ходе реализации проектов с установкой «Борей» специалисты ГК Остек собирали и обрабатывали полученную от заказчиков информацию об их впечатлениях от работы на установке, пожелания по новым функциям и аксессуарам, которые были бы полезны для решения задач на производстве. В результате в оборудование были добавлены новые современные решения, позволяющие повысить технологичность процесса удаления влагозащитных покрытий, а именно:

- Антистатические рукава (рис 4). Рукава выполнены из антистатического материала, обеспечивают существенное снижение выброса частиц абразива и покрытия. Рукава имеют быстросъемные и вместе с тем надежные крепления для их снятия или установки.
- Увеличительное стекло (рис 5). Данная опция повышает удобство работы с мелкими компонентами, а конструкция крепления увеличительного стекла не мешает оператору при работе и можно менять местоположение стекла в пространстве при необходимости.
- Автоматизированное сито для просеивания абразива (рис 6). В целях экономии расходных материалов некоторые заказчики сталкиваются с необходимостью просеивать абразив от остатков удаленного влагозащитного покрытия. Посколь-

⁴ Статья «Надежная защита от невидимой угрозы», «Вектор высоких технологий» № 3 (38) 2018, Ю.В. Полевщиков.



4

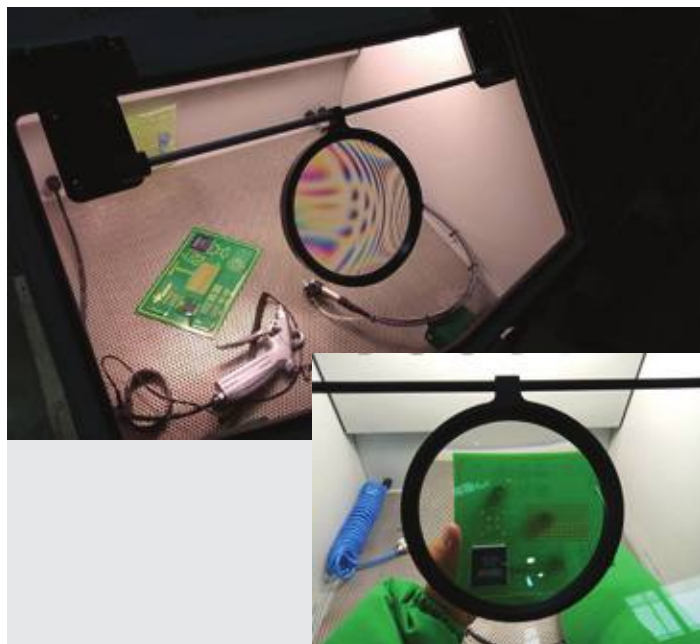
Антистатические рукава

ку поставляемый вместе с установкой «Борей» абразив является мелкодисперсной фракцией, специально подобранной для подобных задач, качественное просеивание такого абразива вручную не представляется возможным. Для этих целей инженеры ГК Остек выбрали специализированное автоматизированное сито для просеивания абразива «CarboBlast».

Данные решения были положительно оценены пользователями и на сегодняшний день являются

АО «Диаконт», Веретехин Иван Александрович, руководитель сборочно-монтажного производства: «Установка «Борей» эффективно используется нашим предприятием в решении задач ремонта и доработки печатных узлов с нанесёнными покрытиями. Отдельно отмечу наличие в комплектации точечного микроионизатора, который обеспечивает максимальную безопасность компонентов при воздействии абразива и уникальную возможность повторного использования расходных материалов, а именно порошка CarboBlast».

АТ ООО, Витюгов Андрей Владимирович, главный технолог: «Оборудование «Борей» отлично себя зарекомендовало в решении задачи по удалению отвержденных влагозащитных покрытий. Также мы отметили, что установка может эффективно снимать не только лак, но и краски с недоступных участков и разъёмов, что в некоторой степени упростило нам работу при производстве ряда изделий».



5

Увеличительное стекло

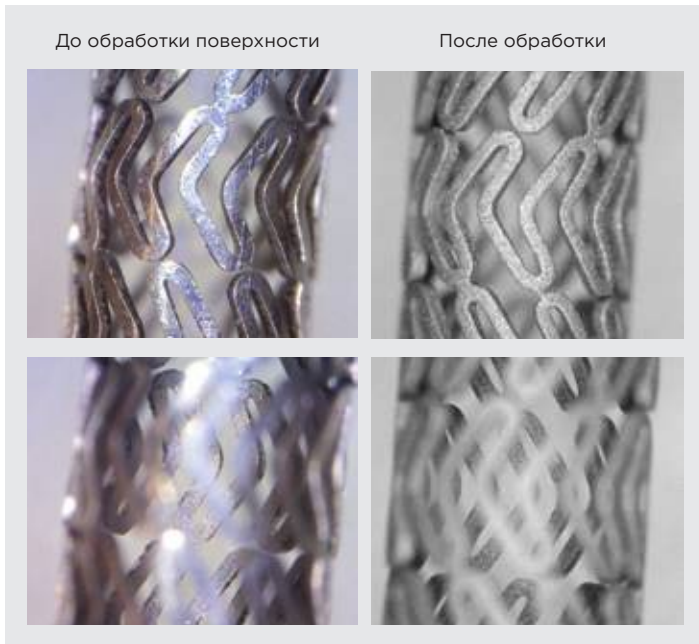
неотъемлемой частью комплектации для новых проектов. Отличное знание технической части и наличие собственного производства комплектующих позволяют нам оперативно реагировать на требования рынка, обсуждать с заказчиками новые индивидуальные решения в части совершенствования установки «Борей» для повышения эффективности производства.

Одним из нововведений прошлого года стала новая услуга – возможность взять установку «Борей» на тест-драйв. Так «Борей» начал свое путешествие по России –



6

Сито для просеивания абразива



7
Образцы изделий до и после обработки поверхности на установке «Борей» с абразивом оксида алюминия Al_2O_3 12 микрон

Москва, Самара, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Ульяновск, Новосибирск. И это не одна установка, потому что у клиентов, которые берут «Борей» на тест-драйв на определенный срок, есть возможность ее выкупить. Чем многие и воспользовались.

Новые области применения установки «Борей» и перспективы развития микроабразивной технологии

За годы реализации проектов установка «Борей» нашла свое применение и за пределами радиоэлектронной отрасли. Одним из ярких примеров стала поставка «Борей» для обеспечения производства медицинских изделий интервенционной кардиологии. Задача, которую было необходимо решить, – обеспечить качественный и повторяемый процесс очистки и обработки поверхности изделия перед покрытием (рис 7). В отличие от направления радиоэлектроники обработка поверхности металла производится более твердым абразивом на основе оксида алюминия. Данный абразив был подобран в ходе тестов на деталях клиента в испытательном центре ГК Остек. Сама установка была доработана таким образом, чтобы твердый абразив не оказывал разрушающего воздействия на основные элементы: блок подачи абразива, шланги, сопла. Одним из главных преимуществ клиент отметил безупречное удаление окалины с поверхности металлической заготовки, но также было важно не допустить выброса отработанного материала за пределы камеры, с чем отлично справились антистатические рукава.

Микроабразивные технологии могут найти свое применение как в смежных с электроникой областях, так и далеко за ее пределами, например:

1. Медицина:
 - > подготовка и обработка поверхности медицинских изделий;
 - > удаление смол с поверхности изделий;
 - > текстурирование и резка слепков, имплантов.
2. Металлообработка:
 - > галтовка;
 - > полировка;
 - > очистка и обработка поверхности;
 - > снятие кромок, фасок;
 - > удаление заусенцев.
3. Микроэлектроника:
 - > резка сапфировых пластин;
 - > снятие облоя;
 - > производство мезодиодов.

Это далеко не полный перечень задач и отраслей применения. Наша команда готова рассматривать и обсуждать с заказчиками производство установки «Борей» в индивидуальном исполнении, меняя такие параметры, как:

- размер и форма рабочей камеры;
- напольное или настольное исполнение, мобильное исполнение;
- цвет корпуса;
- опции;
- выбор абразива (бикарбонат натрия, кизеритовая смесь, пластик, скорлупа грецкого ореха, оксид алюминия, доломит, пшеничный крахмал и пр.);
- автоматизация процессов очистки и резки.

Если на вашем производстве есть следующие задачи или техпроцессы:

- удаление влагозащитных покрытий с печатного узла;
- ремонт и доработка электронных сборок;
- удаление отечественных смол и лаков с электроники, таких как УР-231;
- обработка поверхности металлоизделий;
- текстурирование поверхности;
- гравировка;
- прецизионная резка;

Направляйте запросы по электронной почте materials@ostec-group.ru или по телефону (495) 788-44-44 – специалист компании ООО «Остек-Интегра» более подробно расскажет вам о преимуществах работы установки микроабразивного удаления влагозащитных покрытий «Борей» и организует демонстрацию данного оборудования на ваших изделиях в демонстрационном зале ГК Остек или на предприятиях, которые уже пользуются данным оборудованием.



Нет спирта? Есть Zestron!

Для любых задач отмывки и очистки в электронике.
Всегда на складе, в любом количестве.



✓ Очистка трафаретов

✓ Отмывка печатных узлов вручную и автоматически

✓ Очистка оборудования



Всегда в наличии на складе



Более 10 лет успешного применения в производстве РЭА



До 5 раз экономичнее по сравнению с аналогами



Качественно удаляют более 500 видов материалов



Специальные тестовые наборы для контроля состояния раствора



Техническая поддержка, образцы для испытаний, обучение специалистов



Остек-Интегра | Группа компаний Остек
Технологические материалы и оборудование
+7 (495) 788-44-44
materials@ostec-group.ru | ostec-materials.ru

●●●●●●●●●●
**Будущее
создается**

BLACK RESIST ИЛИ КАК УСОВЕРШЕНСТВОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЮ ФОТОЛИТОГРАФИИ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ФОТОНИКИ И МЭМС



Текст: Дмитрий Суханов



Непрерывно растут требования к фотонным устройствам, их сложности и функциональности и, следовательно, к связанным с ними оптическим характеристикам. Поэтому необходимы инновации и улучшения в используемых материалах для литографических процессов при формировании структур – топологического рисунка. Что же поможет удовлетворить поставленным требованиям? Какие инновации будут использоваться в литографическом процессе? Может ответ будет крайне прост – использование нового материала?

В статье мы дадим ответы на эти вопросы.

Высокофункциональные оптические материалы привлекают все большее внимание при разработке фотонных устройств, особенно материалы с экранирующими свойствами и материалы, позволяющие работать с инфракрасным излучением. Они демонстрируют многообещающие параметры благодаря преимуществам микродисперсных технологий ультратонких пигментов, содержанию красителей, квантовых точек и их интеграции в химический состав фотополимеров. Например, использование черных фоторезистивных материалов в качестве экранирующего или блокирующего слоя на линзах, сформированных на пластине в датчиках изображения CMOS (КМОП), позволяет управлять светопропускной способностью и обеспечивает более низкую скорость отражения света по сравнению с использованием металлических слоев.

Улучшенный эффект экранирования для различных фотонных устройств, а особенно для новых разработок, может быть получен, когда коэффициент отражения материала составляет 2 % или меньше, а коэффициент пропускания – 1 % или меньше для видимого света с длиной волны от 400 до 700 нм. Кроме того, использование черного фотополимера для экранирования линз предотвращает образование таких дефектов, как ореолы или блики, вызванные отражением, пропусканием света и, наконец, дифракционным загрязнением на краевой части линзы. Эти дефекты оказывают нежелательное, даже вредное влияние на качество конечного изображения.

Также покрытие из такого материала может быть использовано вокруг светоотражающих элементов в плоских дисплеях для повышения контрастности и устранения дефектов распространения света. В отличие от материалов на основе хрома органический черный фоторезист легче наносить и проще структурировать, т.е. формировать рисунок структур, и еще и со значительно меньшими затратами, так как не требуется создания вакуума для процесса, и он не считается опасным для окружающей среды. Конечные свойства состава черного материала имеют решающее значение для производства плоских панелей. Для них характерны многочисленные требования: простота нанесения материала, формирование рисунка, разрешение, высокое удельное сопротивление поверхности, а также термическая, световая (постоянный коэффициент пропускания) и химическая стабильности, так необходимые для дальнейшего процесса производства и работы по созданию цветных фильтров красный-зеленый-синий (RGB).

Давайте рассмотрим параметры, которые необходимо учитывать при применении нового черного фоторезиста и которые нужны при производстве современных фотонных устройств, а также обсудим сопутствующие методы обработки фоторезиста и оптимизации литографического процесса при формировании необходимого рисунка топологических структур.

Каким же образом необходимо обрабатывать черный фоторезист?

Методы обработки фоторезиста, в том числе нанесение покрытия методами центрифугирования и распыления, зависят от требований к шероховатости поверхности, которая напрямую влияет на коэффициент отражения и оптические характеристики конечного материала. Литографическое экспонирование этого высокофункционального поглощающего материала сопряжено с определенными проблемами. Проникновение ультрафиолетового (УФ) излучения через функциональный слой черного фоторезиста в ближнем УФ-диапазоне спектра ограничено. Уровень поглощения материала уже значителен в верхней части слоя, ближайшем к поверхности резиста, что предотвращает передачу света на нижележащие слои фоторезиста во время экспонирования. Это влияет на окончательную полимеризацию фоторезиста. Как следствие, процесс проявления фоторезиста может привести к появлению дефектов отслаивания и расслоения или неполному формированию структур и ухудшению разрешения. Необходимы улучшенная настройка и тщательная отработка процесса проявления и дальнейшее точное управление для обеспечения необходимых характеристик и достижения заданной производительности.

Для процессов с использованием черного фоторезиста нужно применять передовые методы его обработки, причем такая обработка должна проводиться на пластинах диаметром не менее 200 мм. В проведенных экспериментах компания EVG (EV Group) при работе с черным фотополимером использовала передовую систему обработки фоторезиста из серии



1

Автоматическая система обработки фоторезиста EVG 120



2

Автоматическая система совмещения и экспонирования

EVG 100 (рис 1), так как эта система может сочетать процессы нанесения покрытия центрифугированием и распылением, а также процессы сушки, охлаждения и проявления.

Для литографического формирования рисунка использовался классический метод – система совмещения и экспонирования EVG 6200NT (рис 2), а также метод экспонирования без использования фотошаблона – прямое лазерное экспонирование (безмасковое экспонирование) при помощи системы EVG MLE™ (рис 3).



3

Система безмаскового экспонирования EVG MLE™

Каких результатов удалось достичь на этом «поле боя» мировому лидеру фотолитографических процессов?

В качестве черного материала в экспериментах компании использовался негативный фоторезист от Fujifilm. Значения оптической плотности и пропускания были получены и измерены специалистами компании с использованием спектрофотометра UV-3600 Shimadzu. Спектрофотометр оснащен тремя детекторами: фотоэлектронным умножителем (ФЭУ), InGaAs и охлаждаемым детектором на основе PbS – для охвата всего спектра от УФ до ближнего инфракрасного (ИК) диапазона длин волн.

Доказано, что свойства поверхности подложки влияют на окончательное формирование тонкой пленки – слоя фоторезиста. Поэтому перед процессом нанесения фотополимера подложка требует специальной подготовки – очистки, чтобы добиться особой чистоты и наилучшей адгезии материала к подложке. В ходе эксперимента поверхность подложки была подготовлена путем нанесения тонкого промежуточного слоя стандартного TI-prime от компании MicroChemicals для усиления адгезионных свойств. Также был проведен оценочный тест с использованием ГМДС, но по сравнению с TI-prime общие результаты нанесения показали более высокую тенденцию к дефектам расслоения. Процесс проводился на широко доступных стеклянных пластинах Eagle XG от Corning при помощи методов нанесения центрифугированием и распылением, при этом толщина нанесенного слоя черного фотополимера составляла от 1,0 до 6,0 мкм. В 1 перечислены полученные толщины покрытия и метод нанесения. Оба метода обработки также были опробованы на стеклянных пластинах

Компания EV Group, Австрия

(<https://www.evgroup.com>), является мировым лидером в области высокотехнологичных решений и оборудования для фотолитографических процессов, процессов бондинга и наноструктурирования, применяемых при изготовлении полупроводников, МЭМС, компаундных полупроводников, силовых компонентов, устройств фотоники и устройств на основе нанотехнологий. EV Group – партнер ООО «Остек-ЭК» в области литографических процессов, процессов бондинга и наноструктурирования на российском рынке уже более 15 лет.

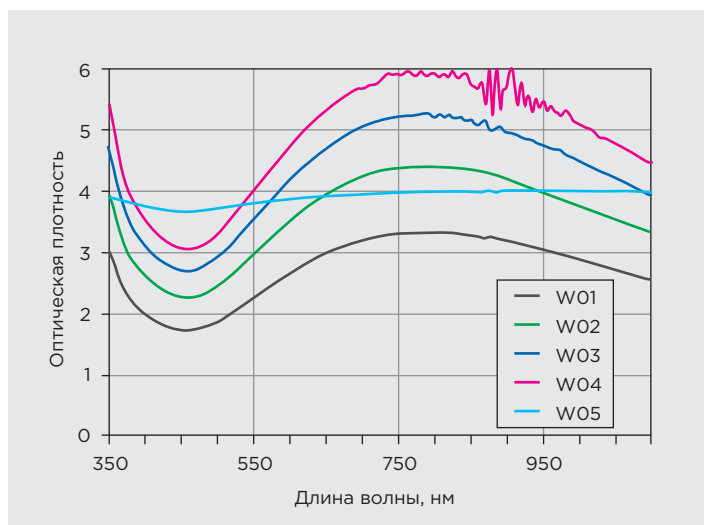
T 1

Пластины с покрытием из черного фоторезиста с различной толщиной слоя и методами обработки

№ ПЛАСТИН	ТОЛЩИНА СЛОЯ ЧЕРНОГО ФОТОРЕЗИСТА, МКМ	МЕТОД НАНЕСЕНИЯ
W01	1,0	Центрифугирование
W02	1,5	Центрифугирование
W03	1,8	Центрифугирование
W04	2,0	Центрифугирование
W05	6,0	Спрей

Borofloat 33 и пластинах Gorilla Glass, но данная статья основана на экспериментах с использованием стеклянных пластин Eagle XG от Corning.

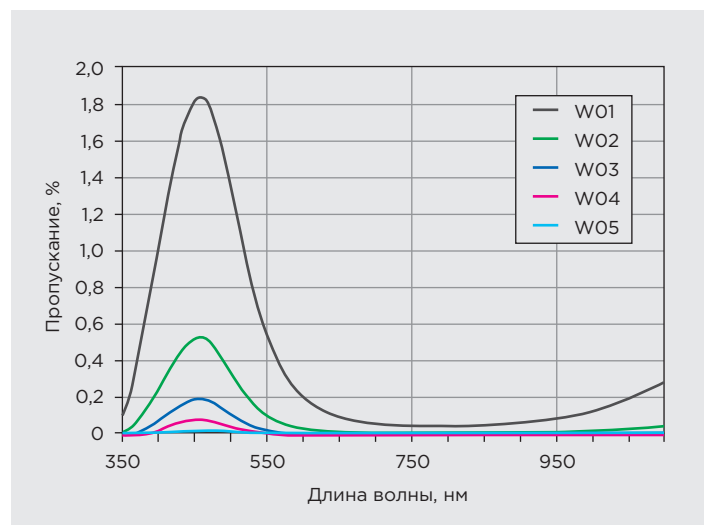
Оптическая плотность – один из наиболее важных параметров, которые следует учитывать при экранировании, поскольку он описывает распространение света через черный материал на поверхности подложки. Значение оптической плотности помогает рассчитать потери на распространение волн, возникающие из-за отражения, поглощения или рассеяния. Это значение может быть полезно для определения наиболее подходящей толщины слоя и выбора конкретного применения в оптических изделиях и дополнительных требований к разрешающей способности рисунка структур. Значения оптической плотности были измерены в спектре длин волн от 350 до 1100 нм как для пластин со слоем черного фоторезиста, нанесенного



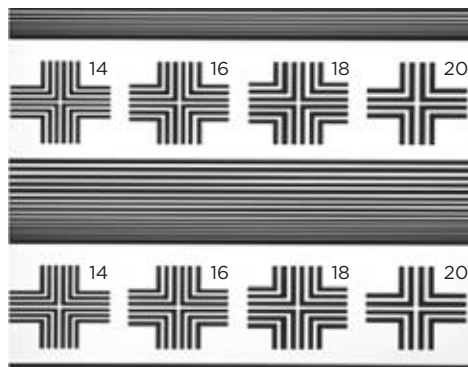
4 Зависимость оптической плотности от длины волны для стеклянных пластин с нанесенным слоем черного фоторезиста методами центрифугирования и распыления

методом центрифугирования, так и для пластин со слоем черного фоторезиста, нанесенного методом распыления. Полученные данные измеренной оптической плотности представлены на рис 4: график показывает зависимость значений оптической плотности от длины волны и толщины слоя. Как видно на графике, толщина нанесенного слоя, а также метод обработки влияют на конечную оптическую плотность слоя. Этот материал с высокой оптической плотностью и ее пиком, близким к 6 в видимой области спектра, обеспечивает отличные характеристики экранирования, удовлетворяя всем требованиям для применения при разработке и производстве фотонных устройств.

В зависимости от области применения фотонных устройств и их типа параметр пропускания дает обратную информацию о поглощении света, поскольку является логарифмической функцией пропускания. Значения пропускания (проценты) для всех пластин с покрытием из черного фоторезиста были измерены в том же спектральном диапазоне, что и оптическая плотность, от 350 до 1100 нм. На рис 5 показаны графики зависимости между коэффициентом пропускания и диапазоном длин волн для исследуемых пластин со слоем черного фоторезиста, нанесенного методами центрифугирования и распыления, для пяти различных толщин слоев фоторезиста. Значительная разница в коэффициенте пропускания 1,3 % демонстрируется в области от 350 до 550 нм, особенно в пике 450 нм, между пластиной W01 с толщиной нанесенного слоя черного фоторезиста 1,0 мкм и пластиной W02 с толщиной слоя 1,5 мкм. Пластина W04 с толщиной слоя 2 мкм уже показывает превосходное значение пропускания со значением 0,1 % в участке диапазоне с пиком. Это означает, что 99,9 % света, проходящего через нанесенный черный слой, поглощается. Покрытая методом распыления пластина с толщиной слоя до 6 мкм показывает значение коэффициента пропускания, близкое к 0 % во всем диапазоне спектра.

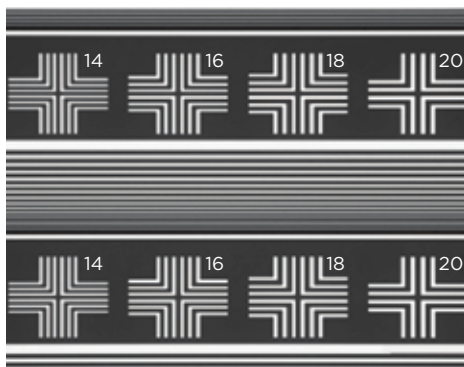


5 Зависимость пропускания от длины волны для стеклянных пластин с нанесенным слоем черного фоторезиста методами центрифугирования и распыления



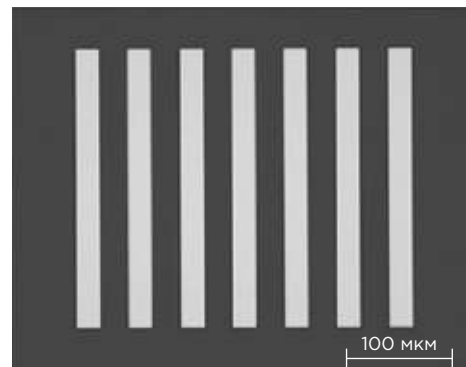
6

Пример полученного изображения тестовых структур при толщине слоя черного фоторезиста в 1,0 мкм в светлом поле



7

Пример полученного изображения тестовых структур при толщине слоя черного фоторезиста в 1,5 мкм в темном поле



8

Пример полученного изображения тестовых структур в 20 мкм линия / зазор (line / space) при толщине слоя черного фоторезиста в 2,0 мкм в темном поле

Какого результата можно достичь при нанесении фоторезиста методом центрифугирования?

Нанесение тонких пленок черного фоторезиста методом центрифугирования для плоских поверхностей менее проблематично, так как необходимо учитывать меньшее количество параметров процесса. Однако оценка отклонения толщины после нанесения такой пленки может быть сложной задачей, если использовать стандартные оптические методы контроля, такие как спектральная отражательная способность или интерферометрия белого света. Это связано с тем, что прозрачность черного материала в этом спектральном диапазоне уже составляет менее 2 % для тонких слоев 1,0 мкм и менее 0,6 % для слоев толщиной более 1,5 мкм. Поэтому измерения однородности выполнялись на стилусном профилометре Dektak XTL от Bruker, где была достигнута средняя однородность 1,5–2 %. Материал черного фоторезиста специально разработан для обеспечения максимального поглощения в соответствии с требованиями к экранированию и конечным качествам оптического изображения. Следовательно, непросто достичь высокого разрешения топологии рисунка, поскольку большая часть УФ-света поглощается в верхней части слоя фоторезиста и ограничивает проникновение света в нижележащий слой материала ближе к поверхности подложки. В конечном итоге разрешение в этом случае зависит от толщины слоя. Могут быть достигнуты характеристики формирования рисунка с разрешением рисунка лучше 20 мкм при толщине слоя 2 мкм. Толщина слоя 1,5 и 1,0 мкм дает многообещающие результаты с точки зрения разрешения топологии рисунка. Однако следует учитывать и ожидать влияние на значения оптической плотности и пропускания. На рис 6 и 7 показаны результаты формирования тестовых структур с использованием системы совмещения и экспонирования EVG 6200NT. Тесты на разрешающую способность проводились на каждой из пластин с толщиной слоя черного фоторезиста от 1,0 до 2,0 мкм (W01–W04). На рис 6 показан пример тестового изображения на разрешающую способность, проведенного на пластине W01 со слоем черного

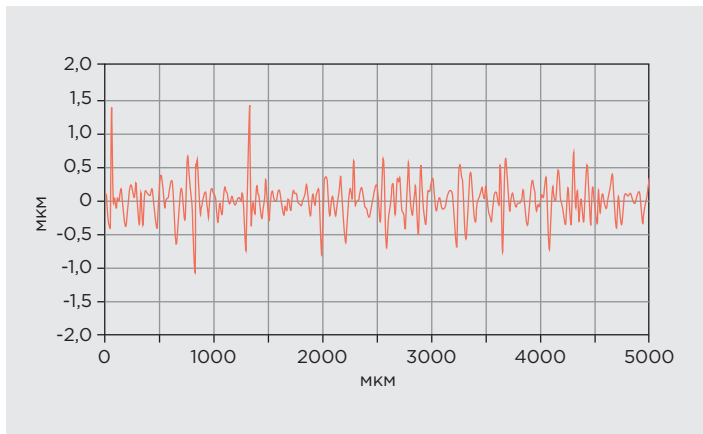
фоторезиста, нанесенного методом центрифугирования с толщиной слоя 1 мкм. При этом достигнуто разрешение линия / зазор (line / space) до 14 мкм.

На рис 7 показан пример тестового изображения на разрешающую способность в темном поле, проведенного на пластине W02 со слоем черного фоторезиста, нанесенного методом центрифугирования с толщиной слоя 1,5 мкм. При этом было достигнуто разрешение линия / зазор (line / space) до 14 мкм.

Были проведены дополнительные тесты на разрешающую способность. Минимальное разрешение полученных структур при толщине слоя черного фоторезиста 2,0 мкм составило до 20 мкм линия / зазор (line / space). На рис 8 показан пример изображения тестовых структур с разрешением 20 мкм линия / зазор (line / space).

Какого результата можно достичь при нанесении фоторезиста методом распыления?

Хотя метод нанесения фоторезиста центрифугированием является наиболее используемым, он обладает некоторыми ограничениями, влияющими на однородность конечного слоя, особенно для неплоских поверхностей. Также существует значительная разница в расходе материала при сравнении нанесения покрытия с методом распыления. Покрытие из черного фоторезиста, создаваемое методом распыления, было выполнено на установке серии EVG 100 с использованием технологии ультразвукового распыления OmniSpray®. Этот метод позволяет обеспечивать постоянный размер микро-капель при узком распределении потока от сопла. Все ключевые параметры, такие как: скорость и высота сопла, абсолютное положение, расход газа, скорость подачи, выход за край и мощность сопла можно точно контролировать с помощью оптимальных настроек процесса для широкого диапазона материалов и требований. В конечном счете, цель использования покрытия заключалась в получении различных свойств поверхности для дальнейшего изучения оптических свойств нанесенного слоя черного фотополимера.

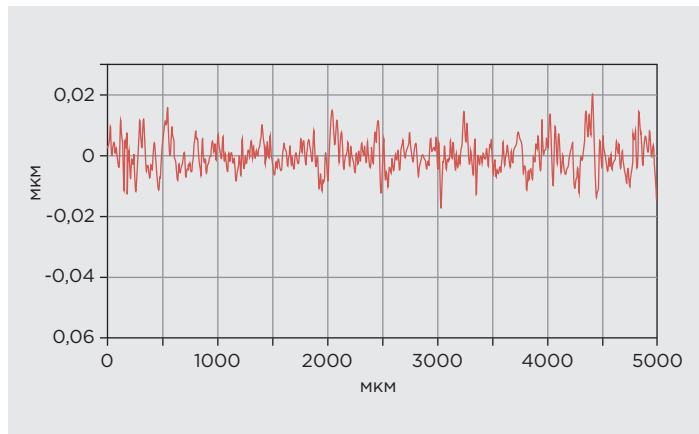


9 График шероховатости пластины А

Также нанесение черного слоя фоторезиста было оптимизировано благодаря вышеупомянутому запатентованному методу нанесения покрытия распылением. С его помощью могут быть достигнуты низкие отражательные свойства черного защитного слоя фотополимера по отношению к шероховатости поверхности, и, следовательно, устранена необходимость в слое антибликового покрытия. Изменяя параметры процесса нанесения покрытия распылением, можно адаптировать топографию поверхности слоя черного фоторезиста для достижения желаемой отражательной способности поверхности. Измерения проводились на двух пластинах с использованием стилусного профилометра Dektak XTЛ. Пластина А с шероховатостью поверхности без оптимизации процесса, пластина В с шероховатостью поверхности, которая была оптимизирована (сглажена) регулировкой параметров процесса нанесения покрытия распылением. Измерения показывают, что контроль шероховатости с учетом отражательной способности поверхности фоторезиста возможен путем изменения параметров напыления. На рис 9 показаны значения шероховатости, измеренные на площади 5 × 5 мм для пластины А, достигающие значений до 1 мкм со средним значением 0,7 мкм.

Шероховатость поверхности пластины В, представленной на рис 10, была измерена с использованием того же метода оценки. Измерение шероховатости на случайно выбранной площади 5 × 5 мм достигало 0,02 мкм при среднем значении 0,01 мкм. Изменение параметров напыления с целью регулировки шероховатости не влияет на оптическую плотность или коэффициент пропускания. В обоих случаях оба значения находились в одном диапазоне.

Сравнение параметров отражательной способности рассматривалось для оценки поверхности с напыленным слоем как для пластины А, так и для пластины В, поскольку оно описывает эффективность отражения излучения. Отражение зависит от длины волны и эффектов рассеяния, возникающих на поверхности. На рис 11 показано существенное различие в коэффициенте отражения поверхности для двух покрытых слоем черного фоторезиста мето-



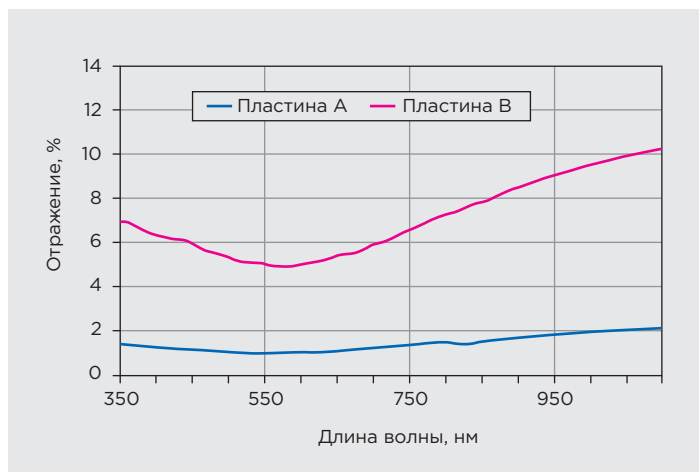
10 График шероховатости пластины В

дом распыления пластин А и В с различными свойствами топографии – с различной шероховатостью. Коэффициент отражения на пластине В с оптимизированной шероховатостью достигает среднего значения в 8 % в видимом спектре и разницы с пластиной А в 6 %. Коэффициент отражения пластины А с более высокой шероховатостью достигает значений коэффициента отражения ниже 2 %. В зависимости от шероховатости поверхности коэффициент отражения может быть адаптирован к требованиям для конкретного применения.

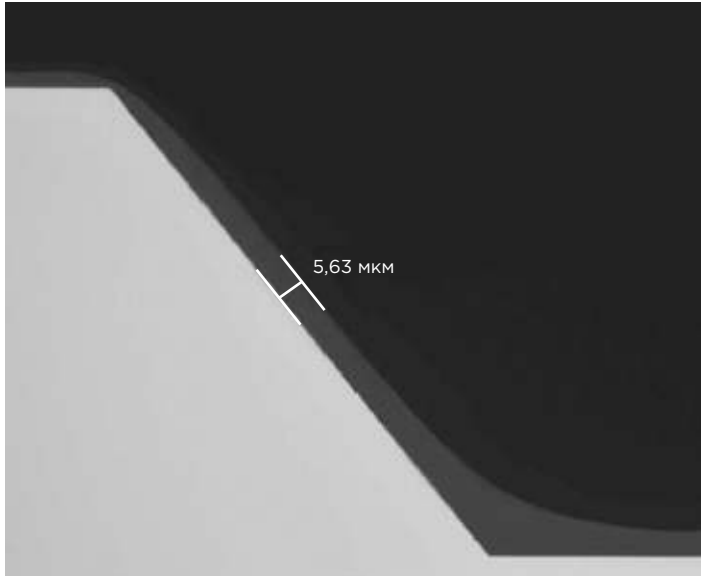
Метод распыления является очень «мощным» процессом формирования пленки фоторезиста и позволяет наносить равномерные покрытия на структуры с высоким рельефом (аспектным соотношением). На рис 12 показано равномерное покрытие на склоне полости с толщиной слоя около 5,6 мкм.

А что будет, если использовать метод безмаскового экспонирования вместо классического фотолитографического метода, подразумевающего использование фотошаблона?

В дополнение к стандартному литографическому процессу для получения топологического рисунка и оценки применения черного фоторезиста использовалась новая



11 Сравнение коэффициентов отражения для пластин А и В с различной шероховатостью поверхности



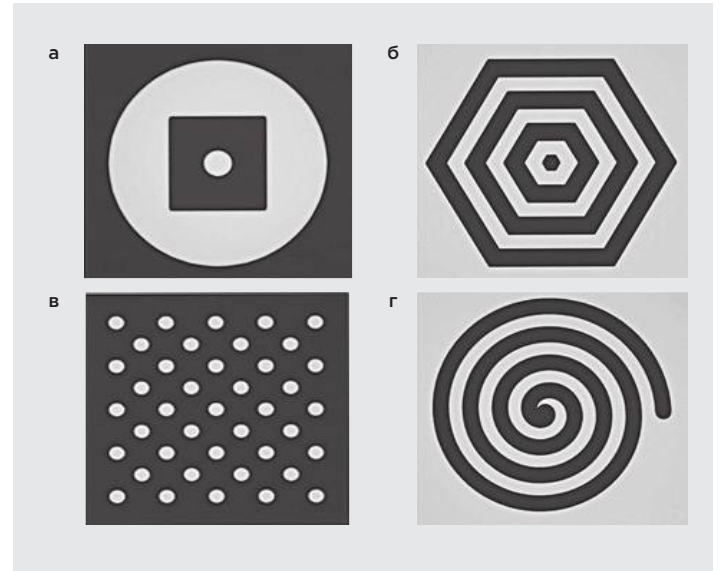
1 2

Полость, покрытая слоем черного фоторезиста методом распыления

технология и система безмаскового экспонирования EVG MLE™. Эта технология динамического формирования рисунка без использования фотошаблона показывает значительное преимущество с точки зрения гибкости создания рисунка. Используемая система оснащена многоволновым источником излучения, таким образом процесс экспонирования может быть точно отрегулирован в соответствии со спектром поглощения фотополимера. Гибкость технологии безмаскового экспонирования позволяет быстро адаптировать дизайн структуры любой произвольной формы к требованиям конкретного применения, сокращая время разработки новых устройств. Эффективность формирования рисунка достигается независимо от его формы или плотности на обрабатываемой пластине. Многочисленные конструкции, применяемые в различных фотонных устройствах, были протестированы. Примеры полученных результатов представлены на рис 1 3.

Какой процесс должен завершать эту, на первый взгляд, простую технологическую цепочку? Конечно же – проявление.

Из-за характеристик исследуемого материала, обладающего светочувствительностью после процесса экспонирования, этап проявления являлся самой сложной задачей для получения требуемого разрешения и контраста топологии рисунка. Процесс требует очень точной настройки параметров и становится, наверное, одним из важнейших в процессе фотолитографии с использованием черного фотополимера. Соблюдение ряда условий необходимо для контроля резкости и «подрезки» боковой стенки (вертикальности), а также предотвращения отслоения материала от поверхности пластины. В работе использовалась система серии EVG 100,



1 3

Примеры применения литографического рисунка на черном фоторезисте, полученного на системе безмаскового экспонирования EVG MLE™

в которой работает комбинация методов проявления наливом лужи, распылением и, конечно же, своевременной промывкой для остановки процесса проявления. Это способствует достижению результатов оптимального разрешения, сопровождаемых резкими краями топологического рисунка, и предотвращению расслаивания слоя или эффекта отслаивания слоя от пластины. Ключевым фактором являлся контроль дозирования и температуры проявителя, а также времени проведения процесса, что требует точного управления процессом и его общей стабилизации.

Закключение

Проведенные эксперименты позволили оптимизировать процесс обработки черного фоторезиста и сам литографический процесс, в котором достигнуто высокое разрешение, необходимое для применения при производстве современных фотонных устройств. Черный фотополимер создает экранирующие свойства со значениями оптической плотности до толщины слоя 3 мкм и коэффициентом пропускания 2 % и менее для видимого света для длин волн в диапазоне от 400 до 700 нм. Полученный топологический рисунок на этом материале, обладающем высокой светопоглощающей способностью, идеально подходит для защиты фотонных устройств, повышая контрастность цветового фильтра, минимизируя дефекты и устраняя необходимость в материалах на основе хрома. Обработка черного фотополимера может выполняться на уровне пластины, снижая производственные затраты в полупроводниковой промышленности фотонных устройств.

В статье использованы материалы «Advanced black resist processing and optimized litho patterning for photonic devices», Chip Scale Review Volume 23, №6, November-December 2019; с сайта компании EV Group: <https://www.evgroup.com>.

Комплекс поверхностного монтажа

УМНАЯ ЛИНИЯ




290 000 €
Специальная цена

Высококласное оборудование

Надёжное оборудование от ведущих мировых производителей

Комплексная автоматизация

Управление качеством и эффективностью на базе ПАК Умная линия®

Сервисная поддержка

Расширенная гарантия 2 года, годовое ТО и онлайн-поддержка

Технологическое обучение

Курс обучения по технологии, доступ к базе знаний онлайн



Узнать больше

Остек-СМТ | Группа компаний Остек

Технологические решения для производств радиоэлектронной аппаратуры
+7 (495) 788-44-41 | smt@ostec-group.ru | ostec-smart.ru

СВАРКА ПОЛУПРО- ВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН ЧЕРЕЗ ПОЛИМЕРЫ



Текст: Александр Скупов

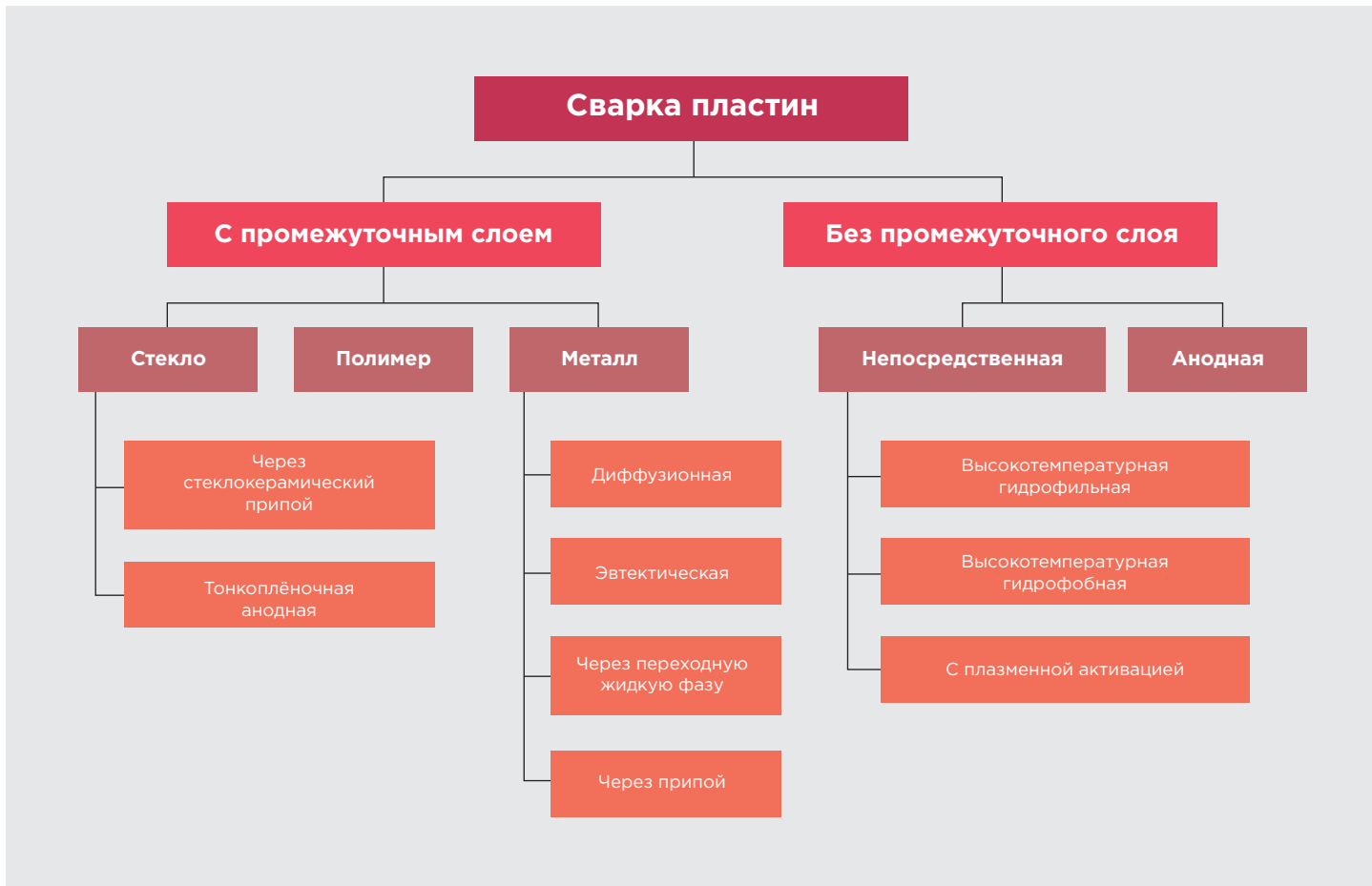
С увеличением степени интеграции изделий микроэлектроники, их функционала, быстродействия и энергоэффективности широкую перспективу для разработчиков открывают технологии 2,5D- и 3D-интеграции. Для технологов, воплощающих передовые разработки в конечное изделие, возникает много новых задач в этой области. Технологической основой 2,5D- и 3D-интеграции, а также изготовления МЭМС и устройств микрофлюидики, являются различные методы сварки пластин. Их классификация приведена на рис 1. Методы позволяют соединять две или более пластин из полупроводников или иных материалов (металл, стекло, керамика, кристаллические диэлектрики), получая прочное долговечное соединение. О многих методах

мы подробно рассказывали в прошлых выпусках журнала «Вектор высоких технологий»^{1, 2}. Каждый из них обладает своими преимуществами, недостатками и ограничениями.

Все методы непосредственной сварки требуют очень качественной поверхности с экстремально высокими требованиями к чистоте и шероховатости. Анодная сварка неприменима для многих задач 3D-интеграции из-за несовместимости стекла с по-

¹ Статья «Анодная и непосредственная сварка пластин для микроэлектроники. Выбор материалов и ключевые параметры», «Вектор высоких технологий» № 5 (18) 2015.

² Статья «Обеспечение вакуума при корпусировании на уровне пластины. Сварка стеклокерамическим припоем», «Вектор высоких технологий» № 4 (25) 2016.



1

Основные методы сварки пластин

полупроводниковым производством. Процессы сварки через металл часто сложны для отладки технологического процесса из-за металлургических эффектов. Многие методы сварки требуют наличия дополнительного технологического оборудования помимо установки сварки пластин.

Среди самых распространённых – сварка через полимеры (англ.: adhesive bonding). Она во многом лишена приведённых недостатков и является относительно простой в исполнении. Данная статья посвящена основным особенностям этого процесса и применяемым для него материалам.

Общая характеристика метода

Полимер, с помощью которого производится сварка, наносится на одну из пластин методом центрифугирования или спреем. Затем при необходимости в нём формируется топология, после чего пластины соединяются внутри специальной установки, где под воздействием механического прижима и температуры формируется их надёжное соединение.

В качестве полимеров могут быть использованы практически любые материалы для фотолитографии или межслойной изоляции самых верхних уровней металлизации. Если используются фоточувствитель-

ные полимеры, то можно формировать в них топологию обычным литографическим методом. Способ удобен тем, что для его использования не требуется какое-либо дополнительное оборудование, кроме установки сварки. Слои формируются при помощи стандартного литографического процесса.

Преимущества такого метода:

- невысокие требования к шероховатости поверхности и геометрии пластин;
- низкая чувствительность к дефектам;
- небольшие усилия прижима;
- невысокая температура в процессе сварки.

Основным недостатком способа является невозможность обеспечения герметичности из-за того, что полимеры в силу своей структуры пропускают молекулы газов. Это ограничение не позволяет применять способ в тех устройствах, где требуется вакуум (различные высокочастотные резонаторы в МЭМС, устройства вакуумной электроники, изделия со стабильной атмосферой в герметичном объёме). Однако в области 2,5D- и 3D-интеграции, для несложных массовых МЭМС и устройств микрофлюидики данный способ выглядит привлекательным. Он лишён тех принципиальных недостатков и сложностей, которые есть у других процессов сварки.

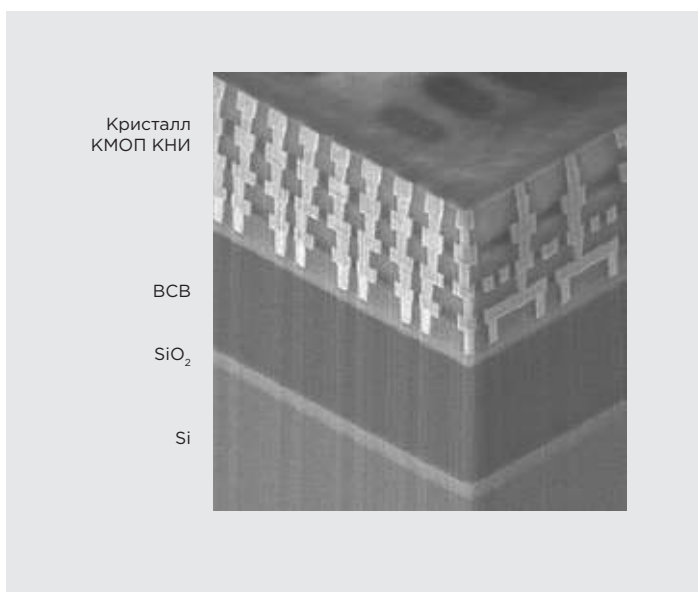
Т 1

Свойства полимеров для сварки

свойство	БЕНЗОЦИКЛОБУТЕН (BCB)	ПОЛИИМИДЫ	ФОТОРЕЗИСТЫ	PERMINEX
Модуль упругости, ГПа	2,7-3,1	2,0-8,5	2-4	2,2-2,3
Относительное удлинение, %	5,5-18,0	10-60	-	5
КТР, $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	42-45	3-55	40-50	90-98
Температура стеклования, $^\circ\text{C}$	>350	270-360	90-150	105
Удельное сопротивление, Ом*см	10^{14} - 10^{19}	10^{16}	-	10^{14}
Диэлектрическая прочность, В/мкм	510-530	100-470	100-700	115
Остаточные напряжения в плёнке, МПа	26-31	10-37	-	9-10
Термостабильность, $^\circ\text{C}$	150-350	430-620	120-150	296
Диэлектрическая проницаемость	2,65-2,94	2,9-3,36	4-4,5	-
Тангенс угла диэлектрических потерь	0,0008-0,0170	0,001-0,01	-	-

Выбор материала

В зависимости от изделия для полимерной сварки могут быть применены как фоточувствительные, так и нефоточувствительные материалы, свойства которых приведены в Т 1. Как видно из таблицы, все материалы обладают довольно низким модулем упругости.



2

Пример устройства, изготовленного с помощью сварки пластин через BCB

Это свойство позволяет им распределять механические напряжения, возникающие при соединении пластин с разными коэффициентами теплового расширения (КТР). Учитывая, что процесс сварки проводится при относительно невысоких температурах, использование данных материалов позволяет осуществлять 3D-интеграцию разнородных устройств, выполненных на основе разных полупроводников.

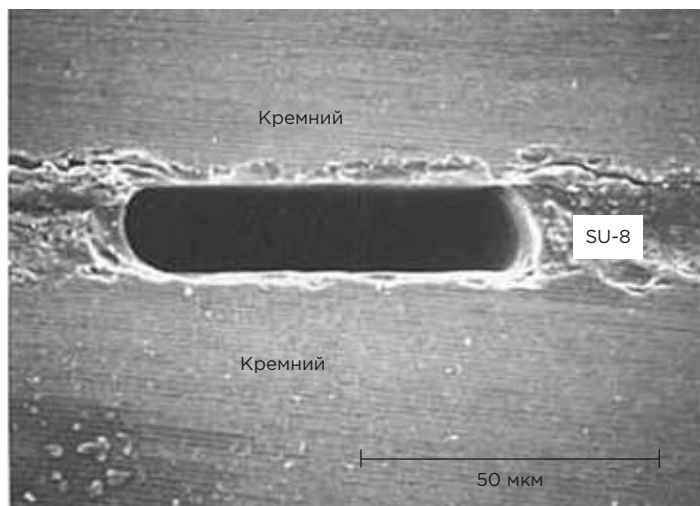
Нефоточувствительные материалы применяются тогда, когда не нужно создавать топологию в соединяющем слое, т. е. когда происходит сварка с помощью сплошного слоя. Такой способ может быть использован, например, для соединения двух пластин, когда одна сторона предназначена для соединения с подложкой с помощью шариковых выводов, а другая для проволоочной разварки. Нефоточувствительные материалы в основном используются, если не требуется непосредственная интеграция функциональных свойств, но требуется экономия площади изделия.

Примеры нефоточувствительных материалов, которые могут использоваться для сварки, – это полимер на основе бензоцикlobутена (BCB) Cyclotene серии 3000 и нефоточувствительные полиимиды серий PI 2500 и PI 2600. На рис 3 приведена микрофотография кристалла, при изготовлении которого пластины были соединены с помощью полимера на основе BCB.

Обычные фоторезисты являются классическими фоточувствительными материалами. Это простейший

пример материалов для сварки пластин. С точки зрения прочности соединений, которые можно создавать с помощью фоторезистов, практически нет корреляции с тональностью этого материала (позитивный или негативный). Производители фоторезистов обычно не предоставляют данные по диэлектрическим характеристикам своих материалов, а также по долговременной стабильности их свойств, поскольку эти данные не требуются в обычном фотолитографическом процессе. Поэтому такие материалы могут быть использованы для сварки при изготовлении прототипов изделий МЭМС, для проверки технологических концепций в области 2,5D- и 3D-интеграции, но не для перманентной сварки в изделиях, требующих долговременной эксплуатации. В одноразовых изделиях микрофлюидики для неагрессивных жидкостей сварка через фоторезисты может быть применена при серийном производстве, поскольку для данных изделий не существует требований к электрическим характеристикам. Примером фоторезистов, которые можно рекомендовать для сварки через полимеры, является серия AZ P4000. Это позитивные химически усиленные фоторезисты, которые позволяют наносить плёнки толщиной 1-30 мкм. Механические и диэлектрические свойства этого материала стабилизируются после дополнительной тепловой обработки вслед за проявлением (post develop backing).

Особым классом материалов для сварки пластин являются перманентные фоторезисты, предназначенные для формирования функциональных слоёв. Они обладают стабильностью механических свойств и высокой химической стойкостью. Самый известный пример – фоторезисты серии SU-8. Экспериментально было показано³, что при использовании данных материалов достигается наивысшая прочность соединения пластин по сравнению с другими фоторезистами. На рис 5



5 Увеличительное стекло

приведена фотография поперечного сечения двух кремниевых пластин, соединённых при помощи SU-8.

Фоточувствительные диэлектрики на основе полиимидов и ВСВ также могут широко использоваться для сварки. Они сохраняют стабильность механических и диэлектрических свойств в широком диапазоне температур. Для формирования в них топологии не требуется нанесение дополнительного слоя фоторезиста, как для их нефоточувствительных аналогов. Диэлектрические свойства этих материалов в широком диапазоне частот позволяют использовать их при 2,5D- и 3D-интеграции телекоммуникационных изделий. Примеры материалов приведены в Т 2.

Существуют специальные материалы, разработанные для перманентной сварки пластин. Компания Kayaku Advanced Materials (ранее известная как Microchem) выпускает серию материалов под брендом PermiNex. Они

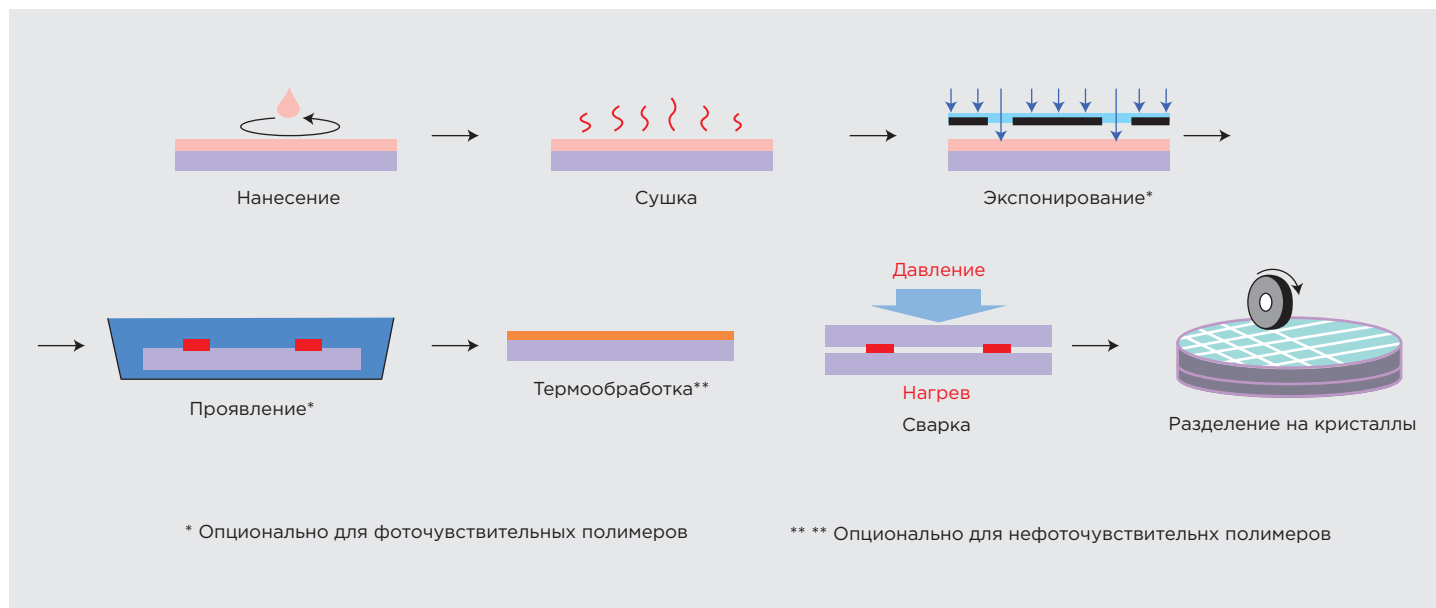
Т 2

Технологические свойства фоточувствительных диэлектриков, пригодных для сварки через полимеры (производитель – компания DuPont)

МАТЕРИАЛ	ТИП	ТОЛЩИНА ПЛЁНКИ	ТОНАЛЬНОСТЬ	ПРОЯВИТЕЛЬ
Cyclotene 4000	BCB	1-30	Негативный	Органический растворитель
Cyclotene P6505	BCB	3-5	Позитивный	2,38 % ТМАН
HD-4100	PI	5-40	Негативный	Органический растворитель
HD-8820	PI	5-12	Позитивный	2,38 % ТМАН

BCB = бензоциклобутен; PI = полиимид; ТМАН = тетраметиламмония гидроксид

³ Studies of bonding with patternable polymers

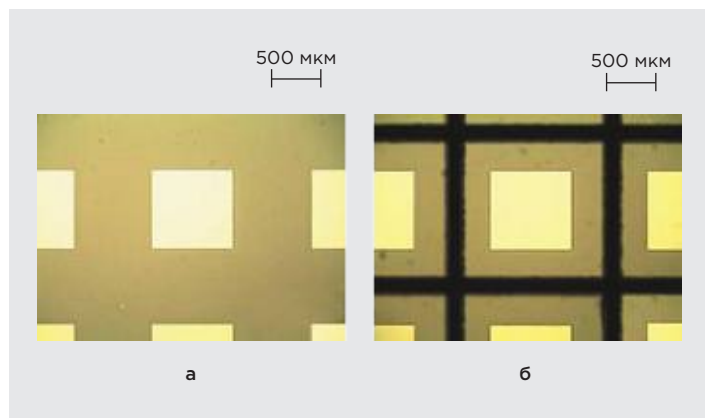


4

Технологический маршрут сварки пластин через полимеры

оптимизированы для процесса сварки с точки зрения адгезии к поверхности при нанесении. Также они обеспечивают большую прочность соединения на разрыв по сравнению с фоторезистами (даже SU-8), ВСВ и полиимидами.

Таким образом, существует множество полимерных материалов, пригодных для сварки при изготовлении разнообразных изделий. Обычные фоторезисты используются для изготовления прототипов МЭМС, некоторых изделий микрофлюидики. Полимеры, специально разработанные для сварки, и перманентные фоторезисты применяют при изготовлении прочих изделий МЭМС и микрофлюидики, где не требуется герметичность. Если необходимы высокие диэлектрические свойства и химическая стойкость герметизирующего шва, то для полимерной сварки используют полиимиды либо полимеры на основе ВСВ.



5

Пластины стекла и кремния, сращенные с использованием полимера, до (а) и после резки (б) с помощью алмазного диска

Особенности процесса

Схема технологического процесса сварки пластин через полимеры приведена на рис 4. Подготовка пластин перед сваркой полностью совпадает со стандартным литографическим процессом. В процессе нанесения полимера важно сделать удаление краевого валика и промывку обратной стороны пластины. Валик мешает приведению пластин в контакт и потребует значительного увеличения температуры и давления при сварке. После нанесения полимера на подготовленную поверхность пластины происходит сушка для испарения растворителя. Если полимер фоточувствительный, то проводится литография. После проявления и сушки производится дополнительная температурная обработка. Для фоторезистов она стабилизирует их свойства (температура 90-150 °С, время 5-20 минут). У полиимидов и ВСВ при температурной обработке происходят реакции сшивки входящих в их состав полимеров, эти процессы осуществляются при температурах 200-250 °С в течение 10-60 минут. При полимеризации ВСВ необходима продувка азотом, поскольку неполимеризованный материал легко окисляется кислородом воздуха⁴.

Для сварки желателен вакуум 10^{-3} мбар. Откачка камеры установки срачивания позволяет избежать формирования воздушных пустот, а также снизить влияние атмосферного кислорода на полимеры⁵.

После загрузки пластин в камеру сварки и откачки воздуха обе пластины нагреваются до температуры, которая на 10 °С превосходит температуру плавления полимера. Для фоторезистов это диапазон 110-150 °С. ВСВ и полиимиды являются

⁴ Cyclotene 4000 series processing guide

⁵ Adhesive wafer bonding

более термически стойкими, для них температура в процессе нагрева подложек должна составлять около 250 °С. Пластины выдерживаются при выставленной температуре 10 минут для обеспечения равномерного прогрева.

После завершения прогрева убираются разделительные проставки между пластинами, и пластины приводятся в контакт. Для получения надёжного соединения необходимо, чтобы полимер смочил поверхность пластины, к которой осуществляется сварка. При этом не требуется экстремально низкая шероховатость поверхности, как в случае непосредственной сварки, для полимерной сварки достаточно шероховатости до 10 нм. В процессе сварки к сборке равномерно прикладывается усилие 0,3-0,5 МПа. Полимер не чувствителен к мелким точечным дефектам поверхности (размер менее толщины плёнки), они будут погружены в него и не повлияют на качество соединения. Через несколько минут после приложения усилия в камеру сварки напускается азот и происходит охлаждение пластин. При температуре около 50 °С для фоторезистов и 100 °С для полиимидов и ВСВ механическое усилие снимается. Пластины можно выгружать из установки при температуре 50 °С. После сварки создаётся высокопрочное соединение, которое без каких-либо повреждений выдерживает процесс разделения на кристаллы при помощи алмазного диска (рис 5) и дальнейшие нагрузки при эксплуатации.

Таким образом, технологический процесс сварки достаточно прост. Если установка сварки оснащена принудительным охлаждением держателей пластин, то весь цикл от загрузки пластин до выгрузки занимает 20-30 минут. Благодаря невысокой температуре, до которой нагреваются подложки, это время существенно ниже того, которое требуется для сварки через стекло-керамический припой и анодной сварки.

Заключение

Современная электроника, МЭМС и микрофлюидика при создании широкой номенклатуры изделий требуют соединения пластин из одинаковых или разнородных материалов. Существует множество методов осу-

ществления данного процесса. Один из самых простых способов – сварка пластин через полимеры. В отличие от многих других способов она полностью совместима с КМОП-процессами и не требует дополнительного оборудования, кроме установки сращивания пластин.

Метод применим в основном для тех изделий, при эксплуатации которых не требуется вакуум. Примерами таких изделий являются вертикально интегрированные микросхемы по технологии 2,5D и 3D, МЭМС, изделия микрофлюидики. В отличие от подавляющего большинства других методов сварка через полимеры не требует нагрева пластин до высоких температур. Также преимуществом являются низкие механические напряжения в пластинах после процесса и малая чувствительность к пылевидным дефектам, что особенно актуально при требовании высокого выхода годных изделий.

Для приложений, где не требуется создание топологии в соединительном слое полимера, для сварки могут быть использованы полимеры на основе полиимидов и ВСВ. Там, где необходимо создать топологию в соединительном слое, используются фоточувствительные версии тех же материалов. Кроме того, существуют специальные фоточувствительные полимеры, предназначенные для сварки пластин. Фоторезисты также могут быть использованы для сварки пластин во многих применениях. □

ООО «Остек-Интегра» сотрудничает с производителями полимеров для самых передовых технологических процессов. Специалисты компании готовы оказать технологическую поддержку при выборе наилучшего материала для сварки пластин через полимеры и помочь с применением нового материала, сотрудничая с его производителем.

КАЧЕСТВО

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ



Текст: Андрей Насонов

Хотя на рынке представлен большой выбор всевозможных средств измерения и различных тестовых машин, часто с их помощью не удастся организовать электрическое тестирование изделий при производстве как электронных компонентов, так и конечных изделий. Проблема совсем не новая, но в современных условиях она осложнилась двумя существенными обстоятельствами.

Первое связано с тем, что новые изделия электронной техники имеют характеристики, проблемные для измерений – высокие частоты, большие токи и напряжения, низкие уровни сигналов и шумов. Кроме того, часто изделия сложны структурно и при работе оперируют с большим объемом данных, что делает практически невозможным их тестирование с «ручной манипуляцией».

Второе обстоятельство в большей мере касается предприятий, которые работают еще со времен СССР. В те годы на каждом предприятии были подразделения, которые разрабатывали и изготавливали практически все, что было необходимо для производства. Это специальные стенды,

источники тестовых сигналов, адаптерные устройства и различные специфические средства измерения, а также всевозможная оснастка. Однако большинство производств, пройдя через этапы выживания, лишилось таких возможностей. Потери, особенно кадровые, настолько серьезны, что иногда не получается отремонтировать имеющееся старое оборудование, которое все еще востребовано.

На первый взгляд очевидно, что необходимо восстанавливать эти подразделения. Но так ли это? По какой-то причине во всем мире на предприятиях ничего подобного, как правило, нет, и все необходимое для производства разрабатывают и изготавливают специализированные фирмы под заказ. Почему во времена СССР было иначе? Разумеется, экономически более целесообразно создание специализированных предприятий для решения задач. Благодаря специализации и унификации получится и лучше, и дешевле, и, благодаря заделам и той же унификации, – быстрее. Такие попытки возникали, по меньшей мере, в пределах отдельных министерств, но результаты были далеко не оп-



1
Тестер тороидальных ферромагнитных сердечников Ш1-23

тимальны. Причина этого кроется в планово-директивном управлении при полном отсутствии рыночных механизмов. Конечно, провернуть эту планово-управленческую машину было можно, но очень тяжело и, самое главное, очень долго. Могли уйти годы на то, чтобы добиться включения нужной работы в планы. Плюс фонды, плюс сроки на разработку, изготовление и прочее. И как результат, предприятия были вынуждены следовать принципу «спасение утопающих – дело рук самих утопающих».

Сейчас ситуация совсем другая. Худо-бедно экономика похожа на рыночную. Во всяком случае, предприятия от работы не отказываются, а наоборот ее ищут. Уже работает молодое поколение специалистов, которое искренне не может поверить, что было время, когда руководители предприятий под любым предлогом старались отказаться от новых работ.

ООО «Остек-Электро» уже много лет занимается разработкой и изготовлением средств измерения и тестирования, предназначенных для использования при производстве как компонентов, так и готовых изделий электронной техники. И если первоначально это, по сути, была адаптация приборов и оборудования иностранного производства, то в настоящее время имеется значительное количество

собственных разработок, некоторые из них не имеют прототипов во всем мире. Например, тестер тороидальных ферромагнитных сердечников Ш1-23, внесенный в Государственный реестр средств измерений (рис 1).

Изначально не ставилась задача обязательно сделать все свое, так сказать, импортозамнить. С экономической точки зрения, как правило, выгоднее купить готовое, а не изобретать велосипед. Однако в последние годы, когда отечественная промышленность ускорила свое развитие, стало очевидно, что многие задачи невозможно решить, приобретая импортную технику. Дело тут не в том, что ее не продают из-за санкций или по каким-либо другим причинам. А в том, что ее просто не существует. Один из мифов, который проник в общественное сознание, – отечественная электроника безнадежно отстала от мирового уровня. Конечно, после десятилетий разрушения промышленности проблем много. Конечно, когда отечественная промышленность практически перестала производить измерительную технику и простой мультиметр надо покупать за границей, сравнивать порой просто не с чем. Но как только наши предприятия начинают производить компоненты на уровне лучших мировых достижений, выясняется, что средств для их тестирования нет. Например, мощные защитные стабилитроны, супрессоры. Для их тестирования необходим генератор тока экспоненциальной формы с амплитудой до 500 А и более при напряжении до 700 В. Поэтому были разработаны серия генераторов Г6-51/Х (рис 2) и автоматизированный групповой вариант Г6-52.

Подобные генераторы востребованы для испытаний на ударные токовые воздействия и других полупроводниковых приборов.

Для испытаний резисторов на предельные значения импульсной мощности были созданы генераторы Г5-107 и Г5-108 мощностью 250 и 500 Ватт соответственно. Г5-107 развивает амплитуду до 200 В и работает в диапазоне длительностей 50-1000 мс; Г5-108 до 1200 В и работает в диапазоне 5-50 мкс (рис 3).

Даже если какое-либо средство измерения уже существует, это вовсе не означает, что все вопросы решены. Предприятиям необходимы не приборы и тестеры, а рабочие места с соответствующими методиками, атте-



2
Генератор импульсов тока экспоненциальной формы Г6-51/х



3
Генератор импульсов Г5-108



4

Рабочее место для тестирования кабелей

станцией и, главное, со всеми приспособлениями и адаптерами для конкретных изделий. Иногда это сложнее, чем сам тестер. Вот, например, рабочее место для тестирования кабельных изделий, входящих в состав одного изделия (рис 4) – большое количество разнотипных разъемов и кабелей. Чтобы всем этим пользоваться, введена световая индикация разъемов, к которым надо подключить конкретный тип кабеля. На компьютере выбирается десятичный номер кабеля, кабель подключается в соответствии с индикацией, производится его тестирование по всем параметрам и распечатывается протокол с результатами. В данном случае использован импортный тестер, который является просто измерителем, а все остальное пришлось разрабатывать и изготавливать.

Когда стало очевидно, что необходимы тестеры с лучшими характеристиками, компания Остек-Электро разработала и освоила в производстве тестер «УЛЕЙ», кото-



5

Система контроля монтажа «УЛЕЙ»

рый внесен в Государственный реестр средств измерений (рис 5).

Также иногда необходимо иметь возможность тестировать жгуты и кабели в составе подвижных объектов, таких как автомобили, вертолеты, самолеты и морские суда, где может не быть сетевого питания и ограничено рабочее пространство. Для этого был разработан мобильный переносной комплекс МПК-24 с автономным питанием. Он также может проверять сопротивление изоляции при напряжениях до 2000 В по тысячам каналов и имеет съемное легкоосновное адаптерное устройство (рис 6).

Отдельный вопрос – адаптеры. Например, возникла задача создать рабочее место для контроля SMD-резисторов и конденсаторов. Необходимы простые адаптеры для всего множества форм-факторов. Казалось бы, уж это должно быть на просторах мирового рынка. Оказалось, нет. Есть приспособления ряда производителей измерительных приборов. Но для того, чтобы результаты измерений были метрологически корректны, необходимо обеспечить «кельвиновское» подключение, то есть две независимые цепи на каждый вывод. Такого нет, тем более для всех типоразмеров. Пришлось все разрабатывать с нуля. Четыре подпружиненных проба и конструкция фиксации компонента (рис 7, 8). Причем множество вариантов исполнения для разных размеров.

Помимо измерительного и тестового оборудования было разработано значительное количество установок, которые, строго говоря, являются технологическими. Это в основном различные стенды электротренировки и электротермотренировки. Они, разумеется, всегда привязаны к конкретным изделиям и не могут быть универсальными, хотя в их конструкции возможна унификация по отдельным узлам. Например, стенд для электротренировки вакуумных СВЧ-приборов имеет в своей конструкции



6

Мобильный переносной комплекс МПК-24



7 Подключение SMD-компонента

ряд узлов, заимствованных из других наших разработок (рис 9).

Отдельно можно отметить то катастрофическое положение, которое сложилось в области метрологии. В России в настоящее время практически не выпускают измерительные приборы. Столкнувшись с этим для конкретных задач, нам пришлось разработать прибор, предназначенный для проверки переходных характеристик приборов, например осциллографа (рис 10).

Национальная метрологическая служба должна иметь полностью отечественные эталоны и средства измерения. Без этого невозможно обеспечить экономическую и военную безопасность страны. И все это надо разработать и освоить в производстве, и сделать это надо хорошо и быстро. Советская электронная промышленность выпускала хорошие и весьма надежные приборы. В те годы они порой не уступали по характеристикам лучшим мировым образцам. Значительное их количество до сих пор используется на предприятиях, так как хотя новые импортные приборы доступны и не дороги, они уступают по ряду характеристик, особенно метрологических. Надежность обеспечивалась рядом мероприятий. Например, при производстве измерительных приборов использовались только компоненты с военной приемкой, даже если приборы не предназначались для использования в армии. Исключение составляли только дешевые сервисные приборы для телемастеров и радиолюбителей.

В заключение хотелось бы отметить одно обстоятельство, которое следует учитывать при разработке новых электронных компонентов и изделий. Это вопрос о том, в какой момент времени начать разработку средств тестирования и измерения, необходимых для обеспечения производства. Делать это, безусловно, надо задолго до окончания НИОКР на изделие. Дело в том, что главным результатом выполнения НИОКР является разработка КД и, соответственно, основного документа – ТУ на изделие. А основная часть ТУ – это как раз методики всех видов проверок и испытаний. И туда вписываются те средства измерения и оснастка, с помощью которых они производятся. И эти средства должны быть разработаны, изготовлены, аттестованы и, если необходимо, внесены в реестр средств измерения. \



8 Рабочее место контроля SMD-компонентов



9 Стенд электротренировки электровакуумных приборов



10 Генератор испытательных импульсов ИИ-33

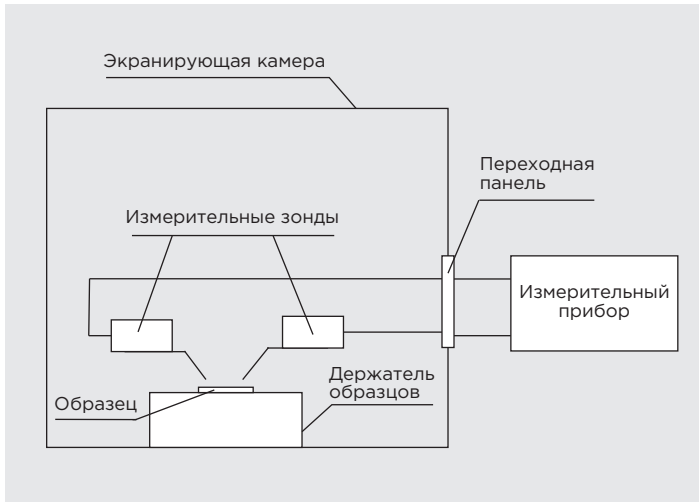
СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ШУМОВ ПРИ ЗОНДОВОМ КОНТРОЛЕ



Текст: Роман Розанов

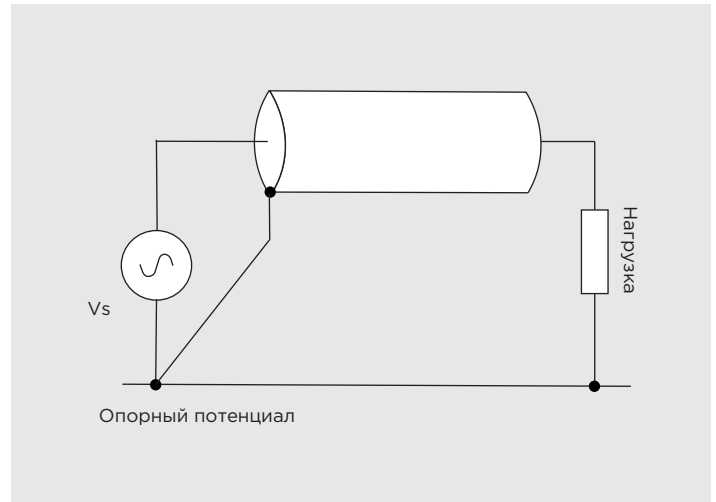


В настоящее время исследования полупроводниковых материалов и устройств на кристалле в большинстве случаев проводятся с применением зондовых станций для контакта измерительного оборудования с тестируемым образцом. Все измерения при тестировании полупроводниковых материалов и изделий, проводимые при помощи данных станций, так или иначе связаны с электрическими сигналами. Сейчас сигналы, снимаемые с исследуемых образцов, настолько малы, что порой приходится измерять токи на уровне фемтоампер. В теории не должно возникать никаких проблем в исследовании столь малых сигналов, однако в реальности встречается множество трудностей, связанных со снятием неповреждённого сигнала с образца, доставкой его до измерительного прибора и защитой от внешних воздействий. Отсюда вытекает необходимость построения грамотной защиты всей измерительной системы от электромагнитных помех, особенно в условиях крупных городов. В статье приведены практические рекомендации для эффективного подавления электромагнитных шумов при измерении электрических характеристик устройств до этапа корпусирования.



1

Схема размещения измеряемого образца в экранирующей камере



2

Схема подключения экрана коаксиального кабеля

Методы защиты от электромагнитных шумов

Полупроводники являются достаточно восприимчивым материалом к электромагнитному воздействию. Чтобы измерять параметры устройства, а не наведённых шумов, необходимо экранировать исследуемый образец от внешних электромагнитных воздействий. В большинстве случаев экран выполняется в виде камеры из хорошо проводящих материалов. Выводы кабелей из экранирующей камеры осуществляют через переходные панели (рис 1).

При установке внутри камеры моторизованных манипуляторов выводы сигнальных проводов и кабелей питания двигателей необходимо осуществлять через разные переходные панели. Дверь для загрузки образцов изготавливается с минимально возможными зазорами, также могут применяться специальные проводящие уплотнители. Для эффективной работы такой камеры необходимо её заземление, которое оптимально выполнять из медного провода большого сечения. Заземление камеры должно быть строго в одной точке, чтобы избежать протекания кольцевых токов по различным путям соединения с землёй. Такие камеры также эффективно защищают от видимого излучения, которое негативно сказывается на исследованиях полупроводников, например, из-за возможности возникновения фотоэффекта в образце. На всех промышленных автоматических зондовых станциях экранирующей камерой является корпус. При необходимости измерения малых токов на ручных зондовых станциях их целиком помещают в специальные экранирующие камеры.

После устранения влияния электромагнитных шумов на исследуемый образец необходимо исключить их влияние на линию передачи сигнала от образца до измерительного прибора. Поскольку провод представляет собой металлический проводник, вполне

естественно, что на его поверхности появляются наведённые токи от любого внешнего поля. Таким образом защита от электромагнитных помех сигнальных проводов является не менее важной, чем защита исследуемого образца¹. Защита провода тем важнее, чем меньше снимаемый с образца сигнал и больше внешние поля.

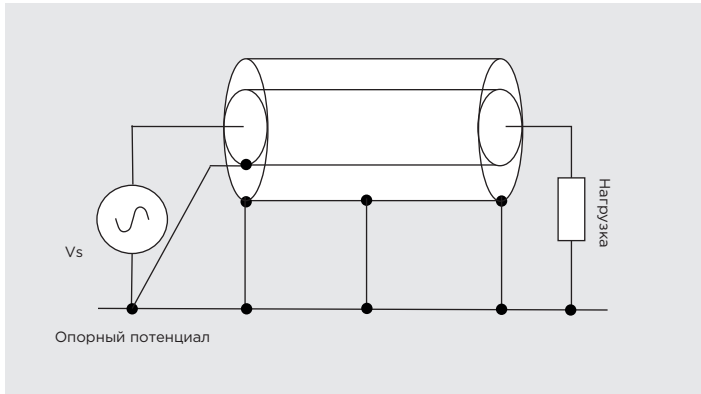
Для большинства измерений линия передачи сигнала – это коаксиальный провод. Наиболее эффективным является использование на кабеле плетёного стального экрана. Чтобы экран выполнял функцию защиты от электромагнитных наводок, необходимо его правильно подключить. При использовании коаксиального кабеля с одной стороны экран соединяется с общим выводом измерительного прибора (рис 2).

Для измерения токов ниже нА необходимо использовать триаксиальный кабель. В данном случае внутренний экран подключается так же, как и у коаксиального кабеля. Внешний же соединяют с шиной заземления станции. Если используется достаточно длинная линия передачи сигнала, то рекомендуется заземлять экран в нескольких точках (рис 3). Расстояние между точками заземления экрана нужно выбирать не менее $1/10$ длины волны помехи.

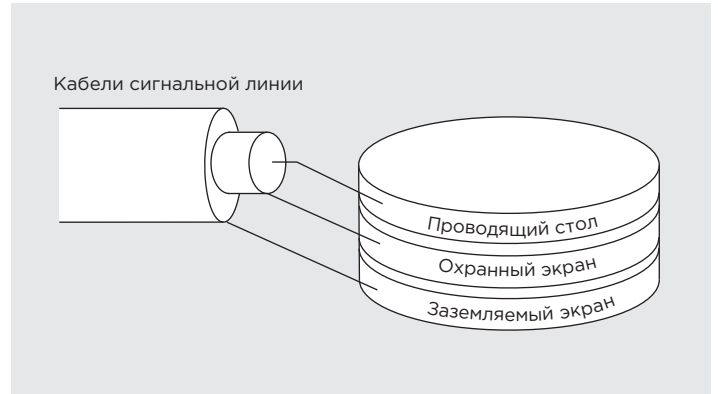
Однако стоит отметить, что при измерении малых сигналов использование длинных сигнальных линий нежелательно из-за большого ослабления сигнала и подверженности его внешним электромагнитным помехам.

При проведении измерений на проводящем столе (держателе образца) сам стол может служить приёмником электромагнитных шумов. Таким образом, для защиты проводящего стола от внешних полей его, как и сигнальные провода, необходимо экранировать.

¹ Отт Г. Методы подавления шумов и помех в электронных системах / Пер. Бронин Б.Н. под ред. Гальперина М.В. М.: Мир, 1979. 318 с.



3
Схема подключения экранов триаксиального кабеля



4
Схема экранирования проводящего стола

Схема подключения экранированного проводящего стола представлена на рис 4.

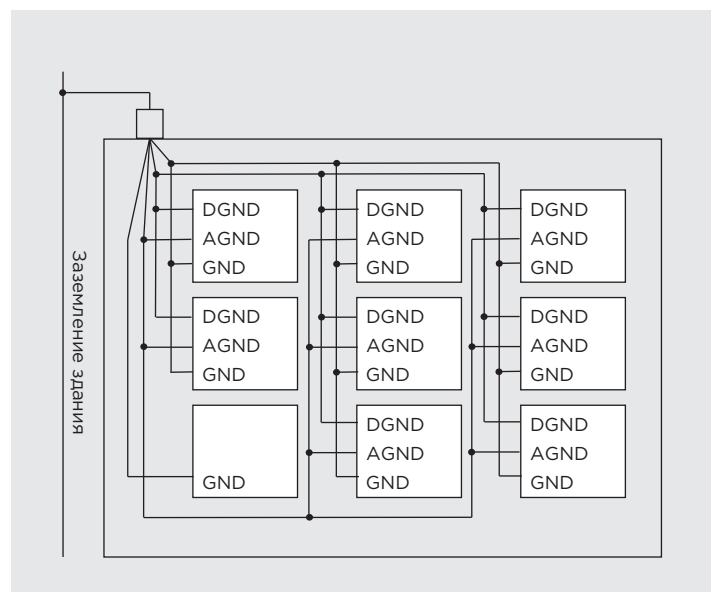
Любой электрический прибор является источником электромагнитных шумов, поэтому узлы самой станции могут оказывать влияние на измерения. Особенно это актуально для автоматических зондовых станций с возможностью быстрого перемещения массивных элементов, поскольку для обеспечения необходимых параметров скорости перемещения и момента удержания при проведении измерений требуется использование мощных двигателей. Такие двигатели, как и линии их питания, являются источником сильных электромагнитных полей. Для уменьшения влияния этих узлов на работу измерительной части оборудования высокоомощные линии питания и линии, передающие измерительный сигнал, прокладывают по разным каналам (рис 5). Для подачи питания необходимо использовать экранированный кабель, однако в данном случае экран служит не для устране-

ния влияния внешних полей, а для ослабления поля, создаваемого током, протекающим по центральной жиле кабеля. Все источники электромагнитного поля внутри станции необходимо помещать в экранирующую короба или кожухи.

Для обеспечения экранирования от электромагнитных помех требуется правильное соединение всех экранов с заземлением. При неправильной организации такого соединения экраны не только не принесут пользы, но могут стать дополнительным источником электромагнитных помех. Заземление источников питания и измерительных приборов необходимо осуществлять на клемму заземления станции. Не допускается использовать для этого корпус станции: в таком случае сам корпус становится источником помех. Подключение приборов к заземляющим шинам производится строго одним проводником, чтобы избежать протекания кольцевых токов. Для заземления аналоговой и цифровой частей



5
Пример раздельной прокладки линий питания двигателей и сигнальной линии



6
Схема заземления внутри станции



7 Камера для экранирования постоянного магнитного поля земли

оборудования следует разделять и прокладывать заземляющие их проводники раздельно. На рис 6 представлен пример правильной организации заземления в зондовой станции.

В случае превалирования магнитной составляющей во внешних шумах экранирование осуществляется при помощи специальных кожухов и оплётков. Материал магнитных экранов отличается от материала, используемого при экранировании электрического поля. Так, если для ослабления электрического поля необходимо использовать хорошо проводящие материалы (в лучшем случае медь или алюминий), то для ослабления магнитного поля используют магнитные, например, сталь или пермаллой. В качестве примера на рис 7 представлена камера, выполненная из мю-металла (пермаллой с высоким значением магнитной проницаемости), предназначенная для экранирования постоянного магнитного поля земли при измерении бескорпусных магниточувствительных устройств. Толщина магнитного экрана также является важным параметром – при изготовлении её необходимо выбирать, исходя из частоты и напряжённости внешнего поля. В Т 1 приведены глубины проникновения магнитного поля в различные материалы при разной частоте поля.

Если необходимо ослабить относительно слабое магнитное поле, изготавливается электромагнитный

Т 1

Глубина проникновения магнитного поля в материал в зависимости от частоты

ЧАСТОТА	МЕДЬ, ММ	АЛЮМИНИЙ, ММ	СТАЛЬ, ММ
60 Гц	8,5	10,9	0,86
100 Гц	6,6	8,5	0,66
1 кГц	2,1	2,7	0,2
10 кГц	0,66	0,84	0,08
100 кГц	0,2	0,3	0,02
1 МГц	0,08	0,08	0,008

экран из смеси металла с магнитным наполнителем, если сильное – экранировку выполняют в виде дополнительного экрана. Также общей рекомендацией является размещение линий передачи сигнала перпендикулярно магнитному полю.

Искажения в процесс измерений могут вносить и иные внешние условия. Так, во время измерений при повышенной влажности будет наблюдаться больший уровень шумов. Для получения наиболее точных измерений на зондовых станциях необходимо применять виброзащиту, поскольку перемещение проводника во внешнем электромагнитном поле, которым сопровождается вибрация, приводит к появлению разности потенциалов на его концах. Все измерения необходимо проводить при комнатной температуре, поскольку неравномерный нагрев образца приводит к возникновению термоЭДС и искажению результатов измерений. Для тестирования при более высокой или низкой температурах проектируются специальные установки, обеспечивающие равномерный нагрев или охлаждение по всему объёму образца и поддержание температуры в заданном диапазоне, а также исключают выпадение конденсата при охлаждении. Кроме того, одним из факторов, влияющих на корректность работы измерительного оборудования, является качество его электропитания. Нужно принимать во внимание, что промышленные электрические сети не всегда способны обеспечить приборы питанием с необходимыми параметрами шума и стабильности по частоте и напряжению. Решение данной проблемы, как правило, заключается в использовании фильтров питания.

Рассмотрим описанные ранее способы защиты от внешних электромагнитных наводок на примере реального оборудования.

Наиболее простыми в номенклатуре зондовых станций являются ручные четырёхзондовые установки измерения удельного и поверхностного сопротивления ИУС-7 (рис 8).



8

Четырёхзондовая установка для измерения удельного и поверхностного сопротивления ИУС-7

В состав установки входят контактирующая оснастка с измерительной головкой и столиком для размещения образцов, источник-измеритель с комплектом сигнальных кабелей и персональный компьютер с управляющей программой. В установке предусмотрена защита от электромагнитных шумов. Для передачи сигнала от исследуемого образца к измерительному прибору используются экранированные кабели. Измерительный прибор предусматривает



9

Автоматическая зондовая станция для параметрического контроля параметров устройств на пластине



10

Размещение фильтров (указаны стрелками) электропитания внутри автоматической зондовой станции

возможность подключения экрана к общему выводу. В установке ИУС-7 также реализовано заземление оснастки.

Автоматические зондовые станции (рис 9) предназначены для проведения большого числа измерений с минимальным участием оператора.

Исследуемый образец и всё измерительное оборудование размещают в едином корпусе, который выполняет роль экранирующей камеры. Электропитание всей станции осуществляется через единый кабель. Подвод питания к измерительному оборудованию, двигателям и иным узлам зондовой станции выполнен уже внутри корпуса с использованием фильтров электропитания (рис 10).

Кроме того, при прокладке линий передачи сигнала от исследуемого образца к измерительному прибору используются экранированные кабели, которые проложены в отдельных кабель-каналах, отдалённых от шин питания двигателей и приборов. Все необходимые заземляющие кабели выводятся на единую клеммную колодку внутри станции, откуда возможно соединение с заземлением электросети (рис 11).

Самые строгие требования к электромагнитной защите предъявляют при измерении сверхмалых токов порядка фемтоампер. В данном случае для передачи измерительных сигналов строго необходимо применение триаксиальных кабелей. Использование экранированного стола, подключенного по схеме, представленной на рис 4, является единственным вариантом исполнения держателя образцов, способным обеспечить требуемый уровень шумов. Выводы кабелей должны осуществляться через специальную панель с триаксиальными переходными разъёмами. При измерении столь малых токов особенно важной становится качественная виброизоляция. Самое ми-



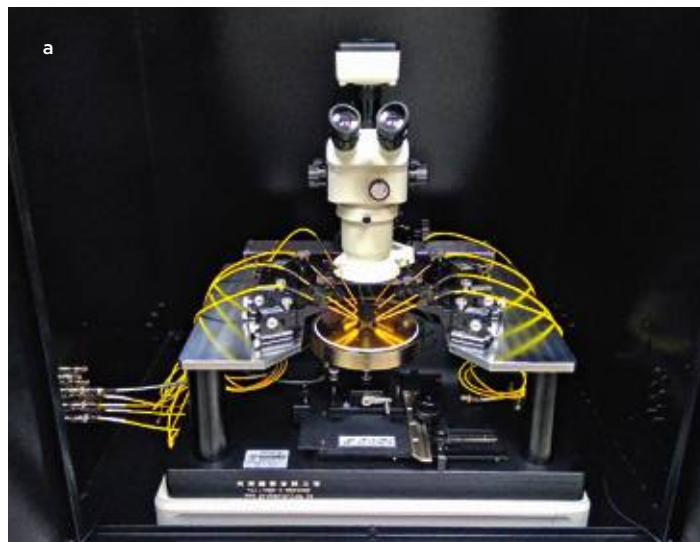
1 1

Вывод всех проводов заземления и питания на единые клеммные колодки в автоматической зондовой станции

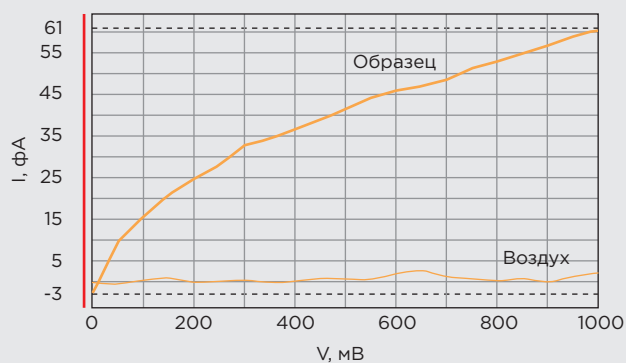
нимальное изменение в силе прижатия зонда к образцу, которое может быть вызвано даже проезжающим рядом со зданием транспортом, будет сказываться на результатах измерений. Важно убедиться в целостности заземления – любой проводящий элемент конструкции, не соединённый с заземлённым корпусом (например, болт крепления переходной панели), может вызывать существенные наводки по сравнению с измеряемым сигналом. Предусилители измеряемого сигнала необходимо размещать как можно ближе к исследуемому образцу. Применение всех описанных способов защиты от электромагнитных шумов позволяет выполнять измерения токов с уровнем шумов не более 5 фА (рис 1 2 б). Соответствующая зондовая станция представлена на рис 1 2 а.

Закключение

Подавление электромагнитных шумов играет очень важную роль в обеспечении точных измерений. Построение качественной защиты от помех представляет собой весьма непростую задачу и требует соответствующего опыта. Решение проблемы подавления шумов на месте не всегда представляется возможным из-за неправильно подобранной конфигурации оборудования (отсутствие виброизоляции, экранирующей камеры и т. д.) – для достижения требуемого результата необходимо изначально закладывать все необходимые средства защиты.



б



1 2

а) зондовая станция для измерения сверхмалых токов; б) воздух – шум при расположении игл в воздухе, образец – измерение реального образца

ООО «Остек-Электро» проводит экспертную оценку задачи и осуществляет подбор необходимых средств защиты от электромагнитных помех для каждого конкретного случая. Это позволит вашему производству сконцентрироваться на измерении параметров и качестве выпускаемых изделий.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКОНТАКТНОЙ ПРОФИЛОМЕТРИИ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ПОВЕРХНОСТНЫЙ КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ



Текст: Сергей Максимов



В современной электронной промышленности в связи с постоянным усложнением изделий и технологических процессов возрастает роль методов неразрушающего контроля микроструктуры материалов и изделий на различных стадиях обработки и изготовления. Расширение функциональных возможностей, повышение технических и эксплуатационных характеристик разрабатываемых изделий ужесточают требования к качеству исходных материалов и их технологических процессов изготовления, что стимулирует совершенствование традиционных и разработку новых методов неразрушающего контроля.



1
Модельный ряд оптических профилометров серии TopMap от Polytec

С экономической точки зрения современное полупроводниковое производство является одним из наиболее дорогостоящих и имеет самую высокую плотность капитала на квадратный метр по сравнению со всеми остальными отраслями – средняя стоимость составляет 3-4 миллиарда долларов. С технической точки зрения полупроводниковое производство – одно из самых сложных и представляет собой серию многоциклических этапов, на каждом из которых накладывается очередной слой на устройство. Каждый цикл включает этапы фотолитографии, травления, зачистки, диффузии, ионной имплантации, осаждения и химико-механической планаризации. Как правило, основная нагрузка поэтапного контроля в процессе изготовления изделия ложится на визуальную инспекцию. Поэтому в условиях конкуренции и повышения требований к качеству производимой продукции при выходе на международные и отечественные рынки, недостаточно оснастить производство современным технологическим оборудованием и материалами, необходимо также выбрать наиболее совершенные методы технологического контроля.

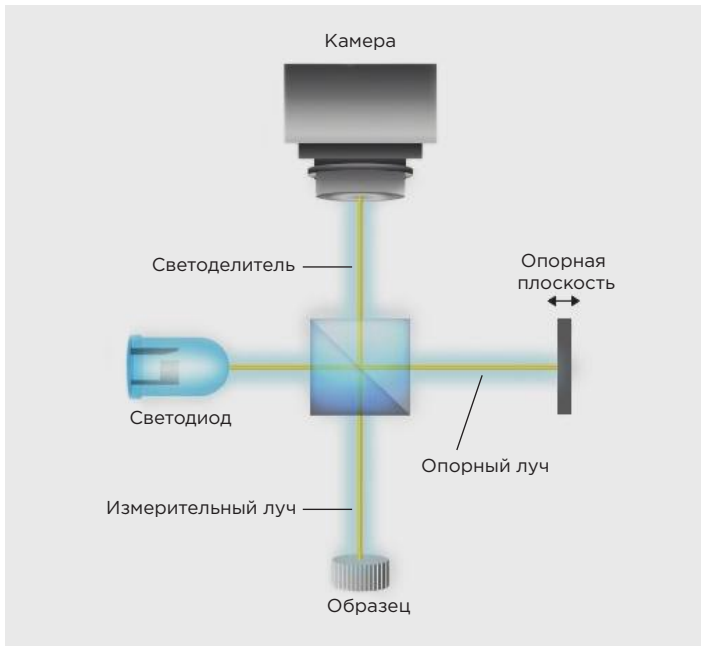
Измерение и контроль на всех этапах производства – важная и неотъемлемая часть всего технологического процесса, позволяющая точно определять физические и размерные свойства материалов. С развитием и усовершенствованием полупроводникового производства возникает потребность в сложных программных инструментах контроля.

Традиционным методом контроля топографии поверхности в полупроводниковом производстве является оптическая и электронная микроскопия. Несмотря на высокую разрешающую способность данное оборудование эффективно не на всех этапах. В статье мы рассмотрим более унифицированный

инструмент визуального контроля, в основе которого используется интерферометр белого света. Оборудование данного типа позволяет проводить структурный поверхностный анализ в субнанометровом разрешении, определять критические размеры, получать характеризацию поверхности, определять более ста параметров формы, плоскостности, параллельности, шероховатости, измерять толщины плёнок, высоты ступенек.

Компания Polytec на протяжении уже 50 лет решает задачи метрологии поверхности, используя инновационную, высокоточную, бесконтактную оптическую технологию, основанную на интерференции белого света. Технология известна как интерферометрия когерентного или вертикального сканирования поверхности с одновременным формированием 3D-модели, а сам прибор называется оптический профилометр (рис 1).

В основе работы оптического профилометра лежит двулучевой интерферометр Майкельсона. Конструктивно он состоит из светоделительного зеркала, разделяющего входящий луч на два, которые затем отражаются зеркалом обратно. На полупрозрачном зеркале разделённые лучи вновь направляются в одну сторону, чтобы, смешавшись на экране, образовать интерференционную картину. Анализируя её и изменяя длину одного плеча на известную величину, можно по изменению вида интерференционных полос измерить длину волны либо наоборот – если длина волны известна, можно определить неизвестное изменение длин плеч. Радиус когерентности изучаемого источника света или другого излучения определяет максимальную разность между плечами интерферометра. Прибор работает в видимом диапазоне излучения, длина волны нормируется нанометрами, что позволяет



2

Принципиальная оптическая схема интерферометра

выполнять пространственные измерения с высокой точностью (рис 2).

Высокотехнологичные решения компании Polytec на сегодняшний день являются «золотым стандартом» в области бесконтактных методов измерения для быстрого и качественного решения задач: от прикладных исследований до автомати-

зированного процесса контроля. Среди известных производителей оптических профилометров Polytec единственный в мире использует в своей продукции технологию телецентрической оптики и хроматического зондирования. Преимущество мультисенсорной системы состоит в большом вертикальном диапазоне сканирования в 70 мм с разрешением менее 0,56 нм и большим полем обзора $45 \times 34 \text{ мм}^2$ за одно измерение. Ни один серийно производящийся в мире двулучевой интерферометр не имеет таких характеристик. Если в качестве опции установить дополнительный стол размером $200 \times 200 \text{ мм}^2$, можно контролировать образцы бóльшей площади или же размещать на нем сразу несколько образцов без какой-либо дополнительной оснастки, так как все системы имеют функцию автоматического определения образцов.

Системы оснащены цифровыми камерами с высоким разрешением, что позволяет получить качественное представление об измеряемом объекте и не пропустить ни одной важной детали. Возможность сканирования по оси Z без изменения рабочего отрезка от выходного отверстия излучения до поверхности исследуемой области позволит избежать столкновения оптики с исследуемым образцом, что отличает их от систем, которые работают по принципу изменения фокусного расстояния. Также это позволит сократить расходы на дорогостоящий ремонт – средства самодиагностики дают возможность легко и быстро устранить неполадки.



3

Оптический профилометр TMS-150



4

Оптический профилометр TMS-500R



5

Оптический профилометр TopMap Micro.View

На сегодняшний день модельный ряд оптических профилометров Polytec насчитывает более семи моделей и более 100 конфигураций. Рассмотрим некоторые из них.

Компактный оптический профилометр **TMS-150** (рис 3), это незаменимая «палочка-выручалочка» небольших опытно-конструкторских бюро с мелкосерийным производством и некоторых других предприятий. Несмотря на компактные габариты прибор имеет большое поле зрения 37 × 28 мм (с помощью моторизованного столика диапазон измерения

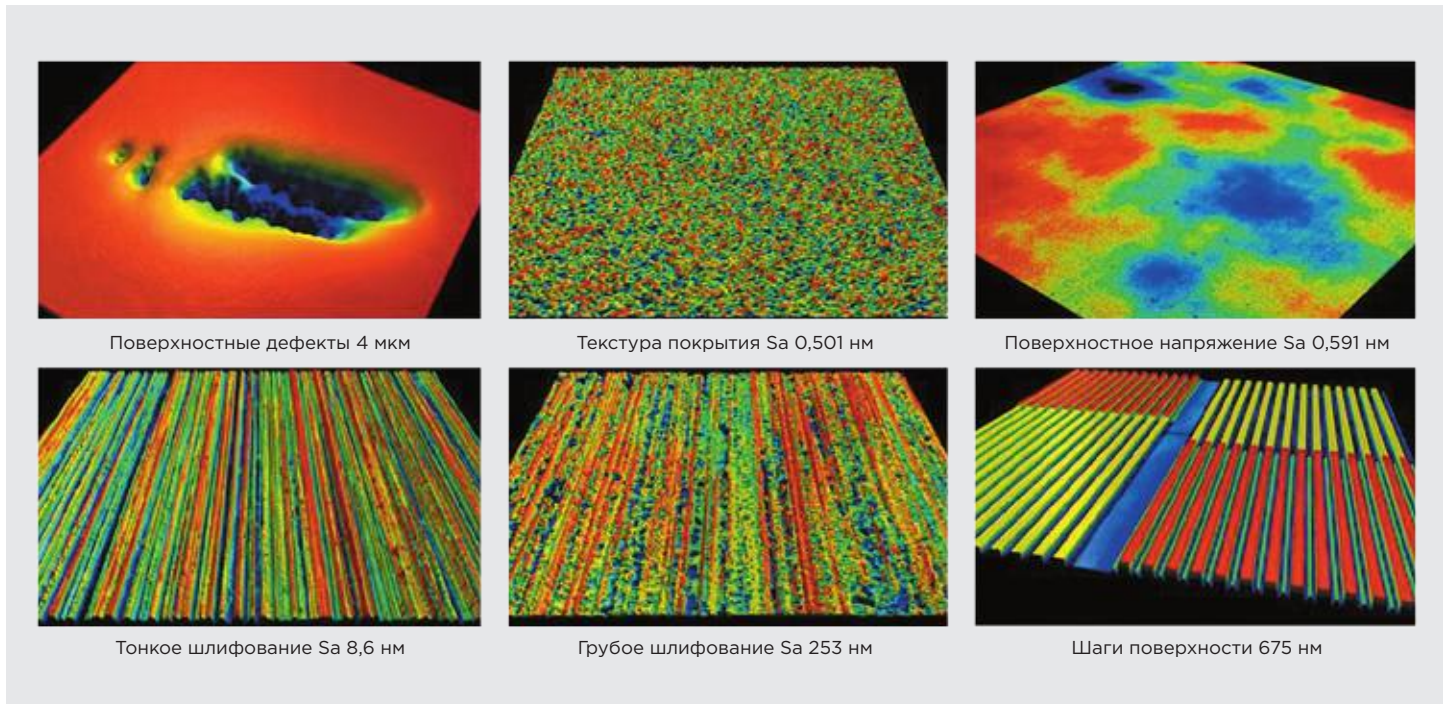
может быть увеличен до 87 × 78 мм), вертикальный диапазон сканирования 70 мм с разрешением 2,83 нм. Прибор также будет интересен специализированным или общеобразовательным учреждениям – дружелюбное программное обеспечение, которое используется для всей линейки приборов, сделает работу и обучение намного удобнее и интереснее.

Оптические профилометры класса выше из серии **TMS-350** и **TMS-500** (рис 4) идеально впишутся в производственную линию для контроля топогра-



6

Оптический профилометр TopMap Micro.View+



7

Примеры проведения измерения и исследования полупроводниковой пластины

фии поверхности большого объема выпускаемой продукции. Их применение позволяет сэкономить время проведения измерений и получить более точную информации об измеряемой детали. Оптические профилометры Polytec являются идеальным контрольным инструментом, а в сочетании с мощным программным обеспечением позволяют контролировать такие параметры, как параллельность, форма, трибология, шероховатость, высота ступенек в нанометровом разрешении с высокой воспроизводимостью и повторяемостью. Системы также широко используются в авиакосмической, оптической промышленности, ультрапрецизионном машиностроении, медицине.

В июле 2020 года компания Polytec представила оптические профилометры нового поколения. Линейка приборов отражена в двух форм-факторах:

- **TopMap Micro.View** (рис 5) – компактный настольный оптический профилометр с исключительной производительностью и мощным метрологическим программным обеспечением.
- **TopMap Micro.View+** (рис 6) – универсальная рабочая станция, которая имеет не только высокую производительность и мощное метрологическое программное обеспечение, но и обладает модульной конструкцией, что позволяет создавать специфические конфигурации в зависимости от поставленных задач.

Оптические профилометры серии Micro.View обеспечивают наиболее эффективные бесконтактные

трехмерные измерения поверхности микроскопических структур в нанометровом разрешении в лабораторных условиях и даже в шумных производственных цехах благодаря технологии ЕТС (технология компенсации окружающей среды). Эти метрологические системы дают высочайшее вертикальное разрешение, включают полную автоматизацию управления системами, антивибрационные решения, специализированные программные комплексы.

Профилометры серии Micro.View позволяют измерить не только рельеф, но и более точно охарактеризовать поверхность нано- и микроструктур. Такую возможность обеспечивает высококачественная и точная оптика, которая позволяет формировать изображения с высокой детализацией и характеристикой поверхности исследуемых объектов на микро- и нанометровом уровне, что особенно важно при производстве полупроводниковых компонентов. Высокое разрешение по оси Z не зависит от используемого объектива, а благодаря интегрированной технологии CST (технология непрерывного сканирования) вертикальный диапазон измерения был увеличен до 100 мм. Это дало большую свободу позиционирования и быструю настройку, сократив затраты на техническое обслуживание.

Функция «количественного картирования» применяется для качественной сшивки больших площадей исследуемых поверхностей, а также при разработке новых материалов. Карты адгезии или эластичности позволяют идентифицировать ком-


T 1

Таблица контролируемых и измеряемых параметров

ДВУМЕРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	ТРЕХМЕРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ:
<ul style="list-style-type: none"> Основные (без фильтрации): Pa, Pc, Pdc, Pdq, PHtp, Pku, Plo, Plq, Pp, Pq, Prms, Psk, PSm, Pt, Ptp, Pv, Py, Pz, Pz(JIS), P3z, Pfd, Pda, Pla, PH, PD, PS, Pvo. Волнистость (с фильтрацией): Wa, Wc, Wdc, Wdq, WHSC, WHtp, Wku, Wlo, Wlq, Wmr, Wp, Wpc, Wq, Wrms, Wsk, WSm, Wt, Wtm, Wtp, Wv, Wy, Wz, Wz(JIS), W3z, Wda, Wla, Wmax, WH, WD, WS, Wvo. Шероховатость (с фильтрацией): Ra, Rc, Rdc, Rdq, RHSC, RHtp, Rku, Rlo, Rlq, Rmr, Rp, Rpc, Rq, Rrms, Rsk, RSm, Rt, Rtm, Rtp, Rv, Ry, Rz, Rz(JIS), R3z, Rfd, Rda, Rla, Rmax, RH, RD, RS, Rvo. Прямолинейность (ISO 12780): STRt, STRp, STRv, STRq. 	<ul style="list-style-type: none"> Амплитуда: Sa, Sq, Sp, Sv, St, Ssk, Sku, Sz. Площадь и объем: Stp, SHtp, Smmr, Smvr, Smr, Sdc. Функциональные: Sk, Spk, Svk, Sr1, Sr2, Sbi, Sci, Svi, Sm, Vv, Vm, Vmp, Vmc, Vvc, Vvv. Ровность: FLt, FLtp, FLTs, FLTq, FLTv. Гибридные и пространственные: Sdq, Ssc, Sdr Spc, Sds, Str, Sal, Std, Sfd.
<p>АНАЛИЗ ДАННЫХ: высота ступеньки, расстояние по горизонтали, угол наклона, размер угла, количество вершин, интерактивная кривая Эббота-Файрстоуна, объем островов, автокорреляция, фрактальный анализ, анализ рисунка, анализ частоты, исправление данных.</p>	
<p>ФИЛЬТРЫ: гаусса, сплайн, импульсный и морфологический.</p>	

поненты композитов и анализировать взаимодействия между ними. Поскольку компоненты становятся все более мелкими, свойства взаимодействия приобретают большую важность для макроскопических свойств материала. При разработке тонких пленок картирование может давать информацию об однородности покрытия.

Также оптические профилометры Polytec позволяют измерять прозрачные пленки толщиной менее 1 микрона, используемые в гелиотехнике, оптической фильтрации, в полупроводниковом производстве. Технология Smart Scan (технология ин-

теллектуального сканирования) дает возможность работать на поверхностях с различной отражающей способностью, обеспечивая измерения на шероховатых, полированных и суперполированных поверхностях таких материалов, как стекло, керамика и металл и т.д. Благодаря дружественному интерфейсу программного обеспечения полностью автоматизирован процесс измерений и исключен человеческий фактор. Интегрируемые инструменты позволяют работать с 2D-, 3D-моделями в соответствии с российскими и международными стандартами (рис 7). 

Вся линейка оптических профилометров Polytec внесена в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации. Сервисную и методическую поддержку оборудования Polytec осуществляют сертифицированные российские инженеры и методисты ООО «Остек-АртТул». Приборы могут использовать в своей работе ученые, студенты, разработчики и специалисты по контролю качества продукции. Широкие возможности применения оптических профилометров Polytec решают проблемы измерений, с которыми не могут справиться другие приборы. Также при своем исключительном диапазоне, разрешении и простоте использования системы идеально подходят для исследований, разработок, контроля качества в различных отраслях промышленности: машиностроении, энергетике, микроэлектронике, оптике, прецизионном машиностроении, биологии и медицине.

ТЕХПОДДЕРЖКА

ПЕЧАТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА – ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ.

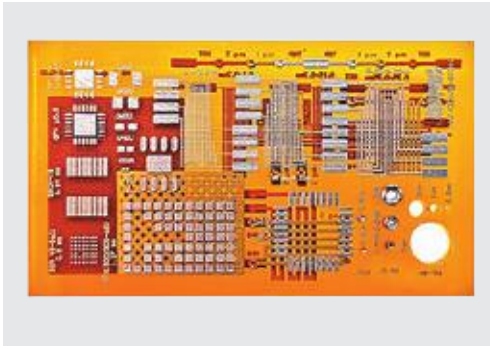
3D-ПРИНТЕР DRAGONFLY ДЛЯ ПЕЧАТИ
МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



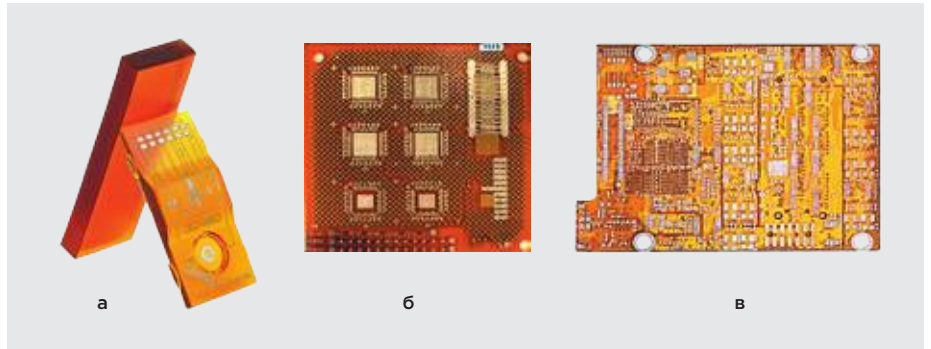
Текст: Семен Хесин



Рынок 3D-печати корпусных деталей быстрыми шагами движется от прототипирования изделий к производству деталей. Оборудование и технологии для печатной электроники начали развиваться не так давно по сравнению с обычными 3D-принтерами, но уже имеют ряд серьезных достижений.



1
Пример 4-слойной печатной платы, изготовленной на 3D-принтере. Образец наглядно показывает микропереходы между слоями



2
а) пример объемной схемы; б) пример 10-слойной печатной платы; в) пример 12-слойной печатной платы

Несколько лет назад на рынке появился первый 3D-принтер производства фирмы NanoDimension, Израиль, который позволил напечатать многослойную печатную плату и произвел революцию в области прототипирования печатных плат (рис 1). Более того, оказалось, что его возможности гораздо шире, чем предполагал изготовитель, и пользователи смогли решать с его помощью множество иных задач. В статье рассматриваются новые возможности этого оборудования и представлен зарубежный опыт его эксплуатации.

Давайте кратко рассмотрим основные возможности оборудования. 3D-принтер модель «DragonFly» печатает двумя материалами: диэлектрической и токопроводящей пастой. Фактически он позволяет с нуля напечатать целиком плату, включая все слои, микропереходы с любого на любой слой, масочное покрытие, маркировку (рис 2). Никакие пред- и постоперации не требуются. Раньше, чтобы прототипировать платы, нужен был небольшой цех печатных плат с химическими, механическими, фотохимическими и другими операциями, который нуждался в подводе воды, вытяжки, сливов и сжатого воздуха. Вместо этого теперь можно поставить один 3D-принтер в офис

конструктора (рис 3), запустить печать вечером и на утро уже получить готовый образец печатной платы с впечатляющими характеристиками (57 слоев, проводник/зазор: 110/110 мкм, диаметр микроперехода 200 мкм и т.д.).

Технология актуальна:

- Для предприятий, желающих сохранить в секрете конструкционные и технологические решения при разработке и прототипировании изделий.
- Для технопарков и университетов, которые занимаются научно-исследовательской деятельностью.
- Для предприятий, желающих ускорить процесс прототипирования и сделать его более эффективным для получения продуктов, имеющих серьезные конкурентные преимущества на рынке.
- Для разработчиков различных нестандартных микромеханических изделий с электрической схемой.

Технология позволяет выполнять стандартные задачи по прототипированию печатных плат, но обладает и рядом возможностей, которые превосходят традиционную технологию (11).

Фабрика в коробке



DragonFly LDM



- Две печатающие головки наносят материалы: проводящие и диэлектрические элементы
- 100% аддитивный процесс

3
Визуальное сравнение цеха печатных плат и 3D-принтера

T 1

Применения DragonFly

Печать катушек индуктивности и моторов



Платы со встроенными компонентами



Печатные датчики



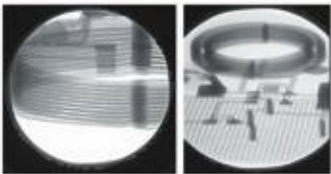
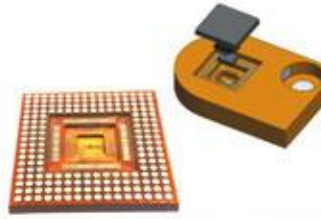
Компоненты, установленные с торца печатной платы



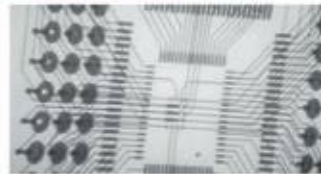
Конверторы прямого тока (интеграция катушки в плату)



Вертикальная сборка интегральных схем



Создание печатных конденсаторов*



Комбинация антенн и логических схем для изделий Интернета вещей**

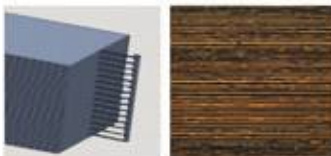
3D-модель

Напечатанные образцы



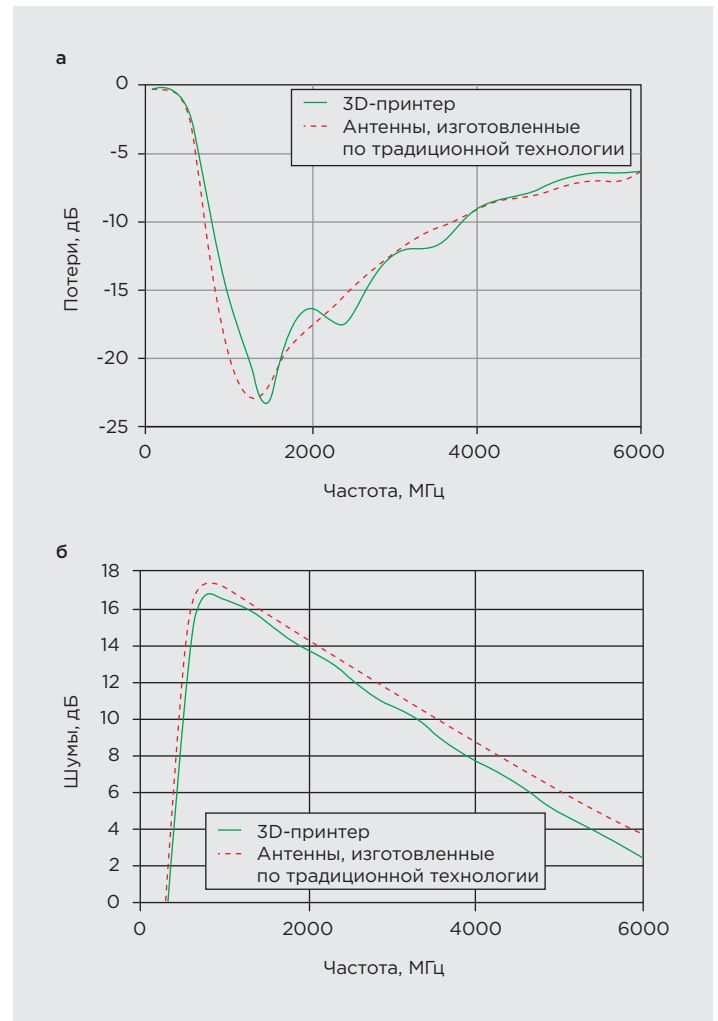
8 мм диаметр

Аддитивное производство



Разработка

Шлиф



4

Красные линии – антенны, изготовленные по традиционной технологии, зеленые – напечатанные на 3D-принтере: а) график потерь в зависимости от частоты; б) график шумов в зависимости от частоты

Опыт зарубежных пользователей HARRIS COOPERATION (США)

Напечатанные на принтере антенны по своим характеристикам близки к антеннам, изготовленным по традиционной технологии, о чем свидетельствуют графики зависимости потерь и шумов от частоты, изображенные на рис 4.

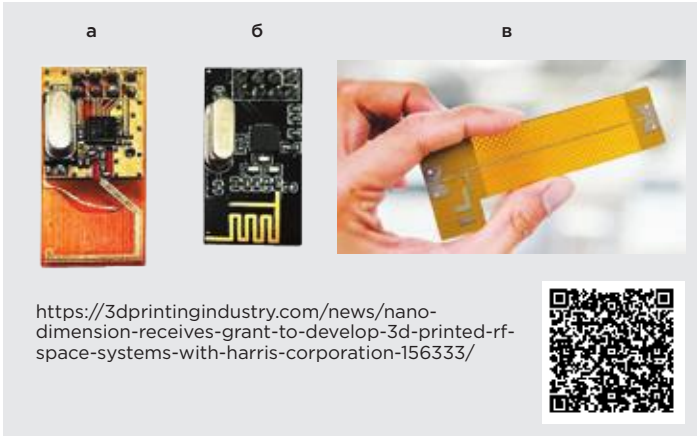
3D-принтер в отличие от традиционной технологии, где малейшие неточности в техпроцессе меняют параметры антенны, обладает более высокой повторяемостью при изготовлении. Именно поэтому напечатанные 3D-антенны (рис 5), спроектированные для работы на 5,2 ГГц, и RF усилитель, работающий до 6 ГГц (проект фирмы Harris), были выбраны для организации полета на МКС.

HENSOLDT (FORMER AIRBUS / EADS) (Германия)

Фирма Hensoldt занимается разработкой изделий ответственного назначения. Внедрение 3D-принтера DragonFly (рис 6) позволило значительно ускорить

* NanoDimension предоставляет базу стандартных конденсаторов различной емкости путем создания многослойной структуры до 57 слоев.

** Пример: ранее требовалось заказывать 3 детали (ПП, антенна, держатель батареи) и осуществлять их сборку. При эксплуатации были проблемы с надежностью соединения деталей, а 3D-принтер DragonFly позволяет за один заход напечатать и интегрировать в одной детали все три функции, повышая надежность изделия.



<https://3dprintingindustry.com/news/nano-dimension-receives-grant-to-develop-3d-printed-rf-space-systems-with-harris-corporation-156333/>



5 Антенны, спроектированные фирмой Harris для полета в космос: а) антенна, напечатанная на 3D-принтере DragonFly; б) антенна, изготовленная по традиционной технологии; в) RF-усилитель, напечатанный на 3D-принтере DragonFly

процесс получения прототипов по сравнению с заказом плат у стороннего изготовителя.

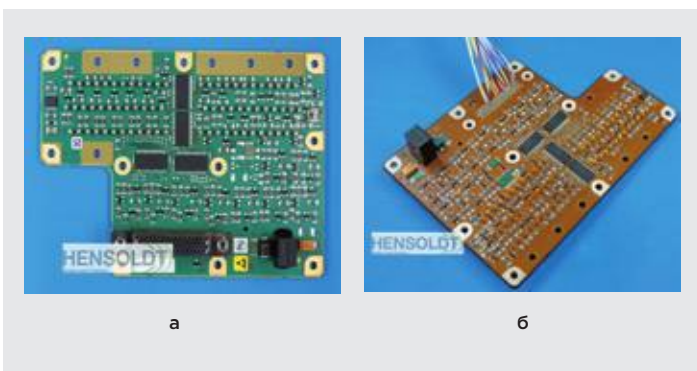
Директор HENSOLDT Томас Мюллер сказал: «Датчики для спецприменений требуют надежности и эффективности гораздо выше, чем для потребительского применения. Возможность быстрого прототипирования в несколько итераций дает нам преимущество в конкурентной борьбе при проектировании таких изделий».

На фотографиях рис 7 можно увидеть одну и ту же плату, изготовленную традиционным способом и на 3D-принтере.

3D-принтер DragonFly расширил круг возможностей фирмы Hensoldt, поэтому сейчас на нем компания печатает не только платы, но и нестандартные изделия, на которые есть потребность у рынка, например, волноводы (рис 8):

РНУТЕС (Германия)

Компания РНУТЕС занимается изготовлением изделий на основе микропроцессоров. В некоторых из своих плат она применяет нестандартное решение: вы-



7 а) плата, изготовленная традиционным методом; б) плата, напечатанная на 3D-принтере DragonFly



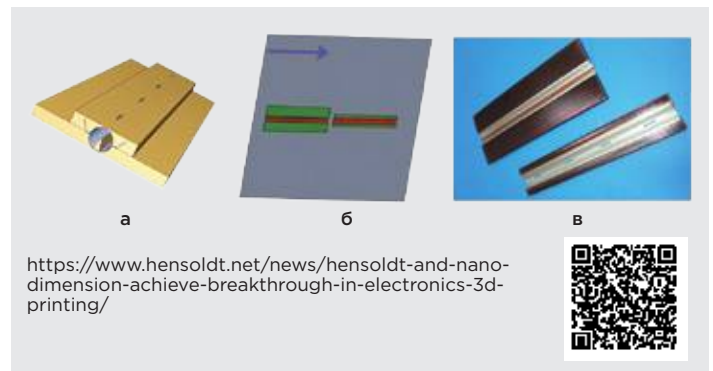
6 Фотография из лаборатории Hensoldt, где стоит 3D-принтер DragonFly

полняется установка одного или нескольких чипов на плату, изготовленную на принтере DragonFly, а затем плата с чипом паяется к основной плате при температуре 240 °С. Мы точно не знаем причин такого порядка действий, но возможны следующие варианты:

- удержание ноу-хау при изготовлении комплектующих по кооперации;
- доработка электрических схем изделий.

ITALIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY IIT (Италия)

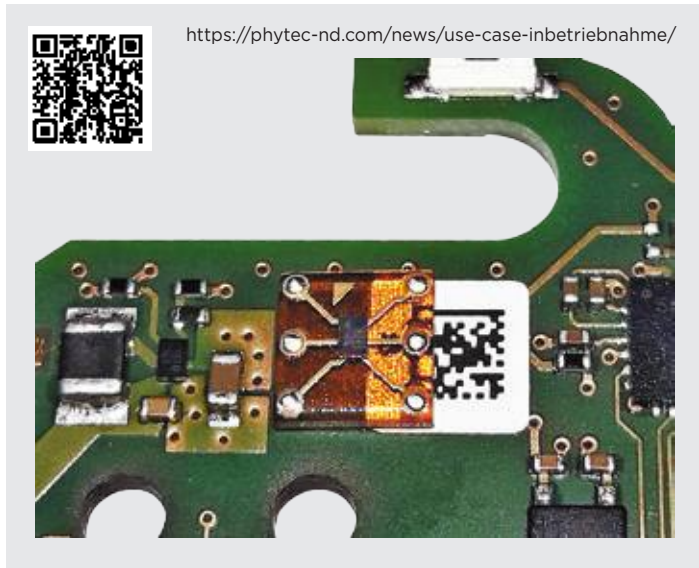
Исследование ведущего биологического института, который занимается носимой электроникой, ставит своей задачей считывание показателей тела человека. Одна из непростых задач – это корпусирование датчика (рис 10). Старый конструктив не обеспечивал надежности электрического соединения – на датчике образовывались трещины, приводящие к выходу из строя изделия при эксплуатации. Печать корпуса на 3D-принтере позволила избежать процессов литья, уменьшить влияние человеческого фактора при изготовлении датчика, исключить провода, пайку и установку коннектора.



<https://www.hensoldt.net/news/hensoldt-and-nano-dimension-achieve-breakthrough-in-electronics-3d-printing/>



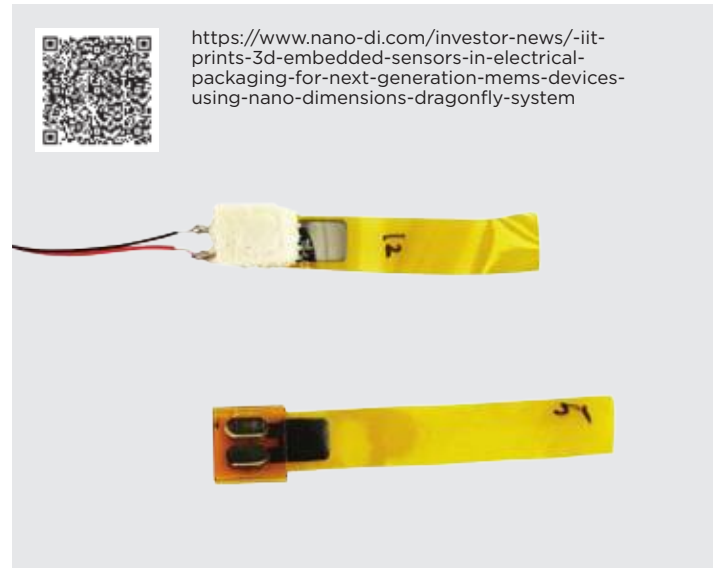
8 а) 3D-модель волновода; б) разбивка на две печати; в) напечатанные на 3D-принтере DragonFly образцы



9
«Заплата», напечатанная на 3D-принтере DragonFly, смонтированная на обычную печатную плату

Профессор Массимо Де Витторио: «Система DragonFly подходит для быстрого и бюджетного прототипирования. Её возможности делают принтер идеальным выбором для нашей команды и позволяют достигнуть наилучших результатов – быстрой разработки и печати сложных форм, которые невозможны по традиционной технологии».

Отличительной особенностью деятельности компании является трехстадийный процесс работы: печать основания, установка датчика, печать верхней части крепления вместе с электрической коммутацией. По сути это печать платы со встроенным в нее компонентом (датчиком), что позволило значительно увеличить надежность изделия.



10
Вверху – изображение корпусирования датчика по традиционным методам; внизу – с помощью технологии DragonFly

REHAU (Германия)


Фирма REHAU занимается производством потребительских изделий. Доктор Ангар Ниехофф, глава департамента фирмы REHAU: «Мы хотим делать наши продукты более умными и за счет этого увеличивать ценность для наших клиентов, плавно интегрируя электронику в продукты. С помощью этой технологии прототипы могут быть сделаны в течение нескольких дней без помощи сторонних изготовителей, а компания экономит время и силы. 3D-печать особенно интересна в тех продуктах, где остается мало места под компоненты, монтируемые сверху на плату. Создание умных продуктов это уже не будущее, а настоящее. REHAU разрабатывает продукты для умного дома и для Интернета вещей, а NanoDimension предоставляет важнейшие технологии для ускорения вывода на рынок новых продуктов» (рис 11).

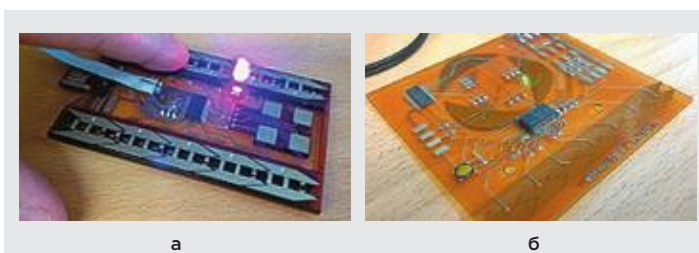
CADLOG (Италия)

Фирма CADLOG – один из ведущих разработчиков программного обеспечения и электроники. Недавно в Италии она открыла центр прототипирования, где есть установка DragonFly. Видео о центре: <https://youtu.be/HtZnLUJUyWs>. Несмотря на недавнее открытие центра DragonFly уже играет значительную роль в работе CADLOG.


Заключение


Перспективы этой технологии огромны, и те компании, которые начнут использовать 3D-принтер DragonFly уже сейчас, будут на шаг впереди остальных. В России уже появились предприятия, которые стали пионерами этой технологии.

Новые возможности, открывающиеся для проектирования, прототипирования и изготовления, позволят нашим конструкторам более полно раскрыть свои таланты и возможности и создать уникальные потребительские продукты для общества. 



а) плата с сенсорным датчиком и встроенными LED-компонентами;
б) обычная печатная плата

 <https://www.rehau.com/group-en/innovative-technologies>

 <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/05/07/2029091/0/en/Nano-Dimension-s-AME-Technology-Facilitates-REHAU-s-Development-of-a-3D-Touch-Sensor.html>

11
а) плата с сенсорным датчиком и встроенными LED-компонентами;
б) обычная печатная плата



УМНОЕ
РАБОЧЕЕ
МЕСТО

Программно-аналитический комплекс для повышения эффективности ручного труда на производстве



Приглашаем познакомиться с решением на действующем производстве:

- Функционал решения
- Организация работы
- Опыт эксплуатации



Узнать больше

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



будущее
создается

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

Актуальное расписание тренингов и запись:
<http://ipc610.ostec-materials.ru>
<http://ipc7711.ostec-materials.ru>