

# Пора переходить на российские технологии. Особенно, когда они есть

## Визит в ООО «Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА»

Ю. Ковалевский, О. Саликова



Вряд ли кто-то будет спорить с тем, что для обеспечения технологической независимости страны необходимо обладать не только собственными разработками в области электронной аппаратуры и современной ЭКБ, но и технологическим оборудованием и материалами, и в этой сфере, вероятно, предстоит еще много работы, чтобы российская промышленность получила собственные технологии мирового уровня, перекрывающие основные процессы создания современной электроники. В этих условиях особого внимания заслуживают компании, которые уже сейчас готовы предложить предприятиям передовые техпроцессы – не отдельные их компоненты, а готовые решения, включающие оборудование и материалы, в которых учитываются самые передовые мировые тенденции. Одной из таких компаний является ООО «Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА», предлагающее полный комплекс оборудования и химикатов для химических и гальванических процессов в производстве печатных плат, а с недавнего времени – также собственные паяльные маски.

Знакомя нас с производством СПБЦ «ЭЛМА», Лилия Николаевна и Александра Николаевна Григорьевы – заместитель генерального директора и коммерческий директор компании – рассказали нам об уже проверенных решениях предприятия и о новых разработках, а также о том, что мешает и что могло бы способствовать развитию и внедрению отечественных технологий и материалов.

**Лилия Николаевна, технологический процесс изготовления печатных плат включает в себя множество операций. Где место вашей компании в этом многообразии оборудования и материалов?**

**Л. Григорьева.** Да, действительно, процесс изготовления печатной платы – многооперационный, он включает разнообразные виды работ. Наша специализация – всё, что касается химических и химико-гальванических процессов в производстве прецизионных печатных плат. В 2014 году по федеральной целевой программе мы создали двухкомпонентную защитную паяльную маску – один из самых сложных органических продуктов, который нам приходилось разрабатывать. И это первая в стране успешно завершённая разработка в данной области. Сейчас материал прошёл типовые испытания на более чем 20 российских предприятиях, мы создали производство по ее серийному выпуску, разработали установку струйно-факельного нанесения защитной паяльной маски. Таким образом, как и в отношении других наших продуктов, мы предлагаем полный комплекс: технологию, материалы и оборудование – всё нашей разработки и изготовления.



Лилия Григорьева

**Почему компания сконцентрирована именно на химических процессах?**

**А. Григорьева.** Отвечая на ваш вопрос, хочу немного рассказать об истории создания нашего предприятия. Оно было организовано в 1991 году – в то самое сложное время, когда были разорваны связи между союзными республиками, многие проекты в области производства электроники были свернуты или вообще закрыты, начинали закрываться прикладные НИИ, в том числе отделение печатных плат в головном по этому направлению предприятии – НПО «Авангард». Это отделение на тот момент возглавлял Валентин Александрович Терёшкин – человек, известный среди «печатников» своими разработками,



Александра Григорьева

отмеченными более чем 40 авторскими свидетельствами, лауреат премии Совета Министров СССР за внедрение новой техники.

Специалисты высочайшего уровня не могли применить свои знания и были вынуждены уходить с предприятий. В то время Валентин Александрович и организовал Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА», пригласив в него своих коллег.

Большой пласт практических знаний привнесла в коллектив Лилия Николаевна Григорьева – химик-технолог с огромным опытом работы. Ее альма-матер – Минский завод многослойных печатных плат. Сегодняшним молодым технологам трудно представить, что 24-слойная МПП габарита 510 × 465 мм с внутренними металлизированными переходами была изготовлена полностью на отечественных материалах – это была середина 1980-х.

Так что разработки в Санкт-Петербургском центре «ЭЛМА» начинались не на пустом месте. Мы смогли сохранить и развить то, что было достигнуто ранее.

Как известно, разработка нового процесса – это колоссальный труд, огромное количество исследований, и подчас в большом объеме «на корзину». Результат появляется иногда через год или два кропотливого труда. Тем не менее результат нашего почти 30-летнего труда – это полный цикл химических процессов для изготовления многослойных печатных плат: различные процессы подготовки поверхности, прецизионного травления, химической, «прямой», гальванической металлизации, перманганатной обработки, флюсы для ИК- и горячего облуживания, финишные покрытия.

В настоящее время наши процессы успешно работают в заводских условиях, печатные платы с их использованием прошли типовые испытания и введены в стандарт ОСТ 107.460092.028-96 «Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления», входящий в Сводный перечень документов по стандартизации оборонной продукции.

**Л. Григорьева.** Могу добавить следующее. Мне повезло: свою карьеру «печатника» я начинала на Минском производственном объединении вычислительной техники, участвуя в запуске в эксплуатацию тогда самого крупного в Европе завода по производству многослойных печатных плат. О масштабах завода можно судить по оборудованию: участок сверления – 42 единицы пятишпиндельных станков; гальваническая линия имела восемь ванн гальваномеднения по 8 м<sup>3</sup> каждая и четыре ванны металлорезиста по 16 м<sup>3</sup>. Завод выпускал 1 млн 350 тыс. шт. 10-слойных МПП и 100 тыс. шт. 12-слойных панелей габарита 360 × 435 мм.

Это был 1978 год, завод запускался по контракту французскими специалистами совместно с нашими

на импортных материалах и химикатах. Однако материалов было закуплено только на период запуска завода, всего на три месяца. Далее в соответствии с требованиями заказчика мы должны были перейти на отечественную технологию. Работа была проделана колоссальная. К решению этой сложнейшей задачи были подключены головные институты-разработчики – ИТМиВТ, НПО «Авангард», НИЦЭВТ, ЦКБ радиоматериалов. Это было время первых, отработка техпроцесса шла круглосуточно, стояла задача безусловного выполнения плана невиданных по тому времени объемов и качества. Решение задачи перевода завода на отечественные материалы дало толчок развитию всей технологии изготовления печатных плат, а также сопутствующих производств поставщиков сырья и материалов, используемых для производства печатных плат. Так, на Тираспольском заводе «Молдавизолит» был создан филиал ВНИИ электроизоляционных материалов, внедрялись в производство новые разработки фольгированных диэлектриков, которые опробовались, а затем внедрялись на минском заводе.

### **Насколько востребованы ваши решения? Влияет ли на спрос курс на импортозамещение, взятый нашей промышленностью?**

**А. Григорьева.** Потребность есть. Конечно, рынок производства печатных плат в нашей стране не очень большой, но потенциал у него существует, и мы понимаем, что проектов могло бы быть больше. В настоящий момент заменить зарубежные технологии на российских предприятиях мы способны: большинство наших процессов не уступают импортным аналогам. Помимо снижения технологической зависимости, это могло бы привести и к уменьшению себестоимости продукции. Наша химия значительно дешевле импортной. Кроме того, мы обеспечиваем технологическую поддержку наших заказчиков в течение всего времени, пока они с нами работают. Мы находимся ближе, мы разработчики, мы говорим с заказчиками на одном языке, понимаем их проблемы и потребности, а квалификация наших специалистов позволяет решать даже очень сложные и нетривиальные задачи.

Что касается импортозамещения, некоторый положительный эффект для себя мы чувствуем. По крайней мере, предприятия стали более внимательно относиться к тому, что российские оборудование и материалы существуют. Однако этот процесс идет не настолько легко, как, наверное, следовало бы ожидать. И тому есть несколько причин, главная из которых, пожалуй, заключается в том, что если у предприятия есть уже работающий процесс, ему просто не хочется что-то менять. Иногда, производители печатных плат сами готовят растворы, и в этом, вообще говоря,

нет ничего плохого, кроме того что технология давно «убежала» вперед. Приходится объяснять технологию все плюсы и минусы. Самый простой пример – стадия обезжиривания. Ведь раньше на этой стадии мы просто очищали плату, а сейчас, производители химии – и мы в том числе – применяют специальные ПАВы, которые позволяют очистить плату бережнее и быстрее, антистатические добавки, добавки для подготовки поверхности отверстий к металлизации. Применяя готовые концентраты, мы можем сделать процесс эффективней, помогаем тем самым повысить качество продукции предприятия. Можно провести такую аналогию: раньше посуду мыли хозяйственным мылом – и ведь отмывалась. Но почему-то сейчас у всех на раковине стоят средства для мытья посуды, которые и экономней, и отмывают лучше, и руки защищают...

Иногда – особенно при внедрении защитной паяльной маски, которая, напомним, была разработана в рамках ФЦП и является конструкционным материалом, – первое, что мы слышим от производителя: «У нас процесс прописан в КД. Обращайтесь к конструктору». Мы обращаемся к разработчику платы. Но и ему часто не хочется вносить изменения в КД: это дополнительная работа, согласования, испытания. Так и ходим по кругу. Впрочем, порой этот круг разрывается – и всегда только благодаря волевому решению руководителя предприятия.

### **Можно ли предположить, что эти трудности связаны также с большим доверием зарубежным решениям?**

**А. Григорьева.** Конечно, стереотип, что отечественные технологические процессы уступают импортным, весьма силен. Это связано со многими факторами. Важно понимать несколько базовых моментов. Первое: ни один даже самый лучший процесс не заработает правильно, если оборудование сконструировано неверно. Этот факт, кстати, когда-то во многом повлиял на наше решение делать оборудование самостоятельно. И второе: к успеху приведет только неукоснительное соблюдение всех требований технологического процесса. Сейчас мы пришли к тому, что любой технологический запуск мы производим с сопровождением нашими специалистами. Для предприятия это бесплатно, а мы, хоть и несем дополнительные затраты, можем увидеть реальную картину, возможные неточности в производстве и в итоге запустить техпроцесс.

**Вероятно, многим заказчикам удобно работать строго по инструкции, без привлечения производителя: к компоненту А добавить компонент В в такой-то пропорции, и т. д. Это способствует более**

### быстрому освоению новых решений, снижает требования к квалификации персонала. С вашими разработками можно так работать?

**Л. Григорьева.** Да, можно. Но всё же хотелось бы, чтобы наши процессы попадали в руки грамотным специалистам. К сожалению, не всегда так бывает. Поэтому мы предпочитаем запуск процесса производить с участием наших сотрудников, одновременно обучая заводчан.

**А. Григорьева.** Для содействия повышению квалификации специалистов мы организуем семинары, на которых не только знакомим их с нашими новыми разработками, но и рассказываем, как именно работают наши процессы. Начинаем с основ, стремимся обосновать то или иное решение. Наши семинары – это не «парад» докладов и реклама продукции. Являясь научно-производственной компанией, мы проводим очень много исследований и делимся полученными результатами. Мы имеем возможность рассказать не только о том, что получилось, но и о том, что не получилось, обосновать те или иные наши решения. Для специалиста это также и возможность получить ответы на свои вопросы, поделиться мнениями, опытом.

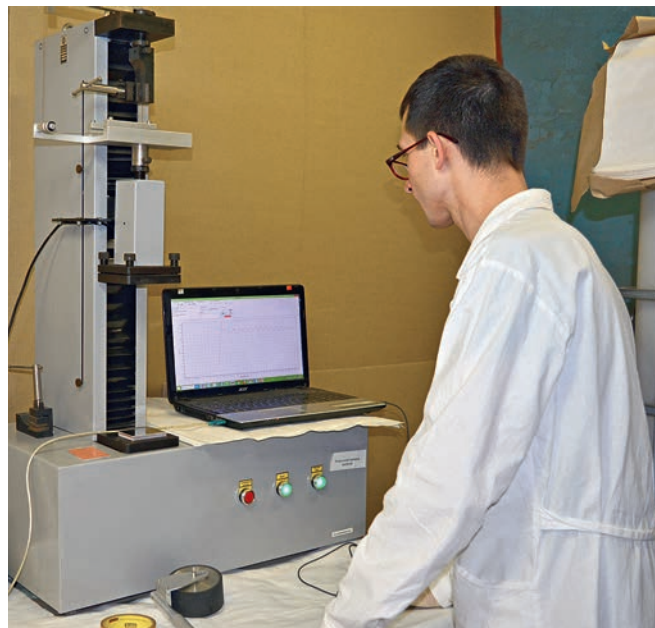
Например, на последнем семинаре мы подробно рассматривали различные типы подготовок под паяльную маску. Мы показывали, как влияет подготовка поверхности на качество нанесенной маски в зависимости от применяемого финишного покрытия. Это серьезная работа, на которую у технолога на предприятии просто нет времени.

### Разрабатывая технологию, вы используете импортные компоненты?

**А. Григорьева.** Больше половины химического сырья – российское. Мы предъявляем высокие требования к поставщикам, и круг их ограничен. При выборе материалов мы уделяем большое внимание входному контролю сырья, проводим его анализ. В России есть химическая продукция высокого качества, и содержание примесей в них значительно меньше, чем в аналогичных импортных продуктах. Это, например, соли меди, палладия, кислоты квалификации хч, осч. Вторая часть применяемых продуктов – уникальные, наше ноу-хау. Они синтезируются у нас на производстве. Есть сырье, которое закупается за рубежом.

В своем производстве мы не используем готовые составы и части готовых составов. Хочу подчеркнуть: разработка и рецептура – это наш собственный интеллектуальный продукт.

### Как вам удается создавать собственные ноу-хау, разрабатывать оборудование, химикаты, которые,

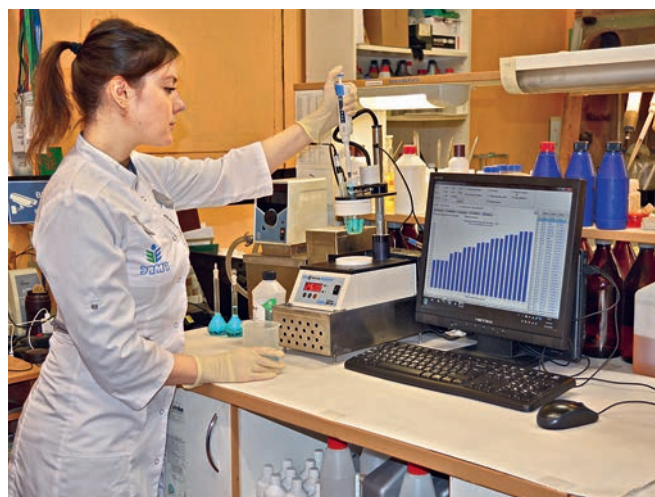


Испытания на разрывной машине собственного производства СПБЦ «ЭЛМА»

### как вы говорите, не уступают импортным? Как вы проверяете их характеристики?

**А. Григорьева.** Может быть это не скромно, но наша компания уникальна по своей структуре. И дело не только в том, что нам удалось совместить в себе и производство химии, и производство оборудования.

В нашей компании успешно взаимодействуют бесценный опыт и знания наших основателей – Валентина Александровича Терёшкина и Лилии Николаевны Григорьевой – и высокая квалификация сотрудников. Представьте себе, что у нас есть возможность создавать продукты, опираясь на опыт, который был



В химической лаборатории



Малая опытная линия

получен на огромных действующих предприятиях. А это значит, что и ошибок меньше, и направление нужное найти проще.

Сейчас в компании работает около 70 человек, из которых половина – это разработчики, высококлассные специалисты в своих областях: химики, конструкторы, программисты. Все они – выпускники российских вузов. Среди них – два кандидата химических наук, кандидат технических наук.

Разработка химических материалов начинается в лаборатории. После того, как раствор разработан, мы проверяем его на малой линии. Она по составу ванн и опциям полностью повторяет линию, применяемую в производстве, но объемы ванн в ней меньше. Если раствор хорошо показал себя на малой линии, мы проверяем его на линии среднего объема, более близкой к тому, что используется на производстве. Мы тщательно наблюдаем за тем как раствор ведет себя во времени, разрабатываем методики анализов.



Комплекс для анализа электролита гальванического меднения «ЭЛМА ЦВА»



Материалы, готовые к отправке заказчикам

С некоторыми процессами мы работали несколько лет, прежде чем победили их «детские болезни».

Примерно также и с оборудованием. Наша последняя разработка – установка факельного нанесения защитной паяльной маски – была взята в работу три года назад. За это время первый созданный нами промышленный образец пришлось распилить. Приступив к промышленным испытаниям стало понятно, что нюансов так много, что проще машину переделать.

Однако сам узел нанесения, «сердце» машины, мы смакетировали на производственной площадке. На этом макете мы смогли не только проводить технологическое опробование собственной защитной паяльной маски, предназначенной для факельного нанесения,



Установка струйно-факельного нанесения паяльной маски ЭЛ-ПМ ФН

изучая ее свойства, но и обрабатывать технологические режимы. Не секрет, что маска для струйно-факельного нанесения отличается по составу и свойствам от материалов, предназначенных для нанесения через сетку, поэтому то, как наносится материал, нужно проверять именно тем способом, которым он будет наноситься в условиях производства.

В качестве образцов для испытаний мы используем плату, соответствующую стандарту ГОСТ Р 54849-2011, а также платы заказчиков, и выполняем микрошлифы в критичных местах, чтобы посмотреть, как маска покрывает проводники, узкие участки, какую она имеет толщину и т. п.

Сейчас установка прошла испытания, успешно запущена на двух предприятиях России и конкурирует с импортными аналогами не только по цене. В этом году было принято решение о демонстрации нашей машины на выставке productronica в Мюнхене.

**Л. Григорьева.** Добавлю, что у нас есть компетенции и наработки для создания многих других процессов, соответствующих современным мировым тенденциям, но для их доведения до промышленного использования нам нужен заказчик. Мы уже запустили



Установка для производства защитной паяльной маски

серийное производство паяльных масок за счет собственных средств, но их внедрение на предприятиях идет не очень легко по причинам, о которых мы уже говорили. Сейчас вкладываться в технологию, востребованность которой под вопросом, – слишком большая нагрузка для нас. Мы ищем партнеров среди предприятий, которым подобные технологии были бы интересны, с тем чтобы довести начатое до практических результатов и чтобы при этом наши усилия и инвестиции не были потрачены впустую.

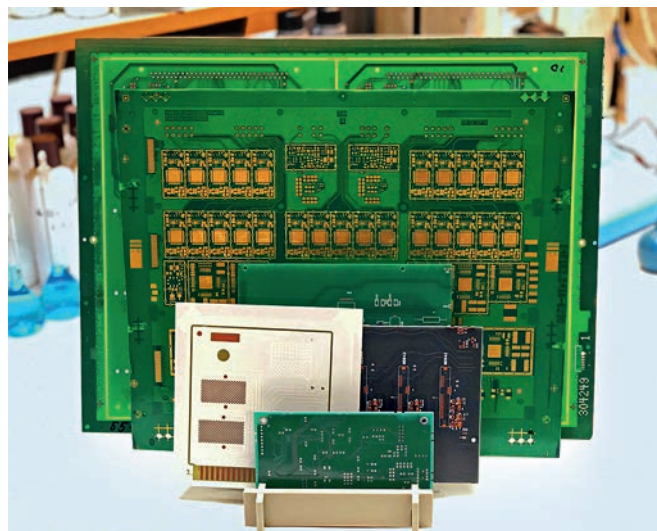
**Вы не планируете объединиться с другими производителями оборудования, чтобы донести до государственных органов особенности вашего сектора? Возможно, это могло бы помочь встраиваться в кооперационные цепочки.**

**А. Григорьева.** К сожалению, нам, в общем-то, не с кем объединяться. В нашей стране компаний, занимающихся разработкой и производством технологического оборудования для производства электроники, единицы, и каждая работает в своем достаточно узком секторе.

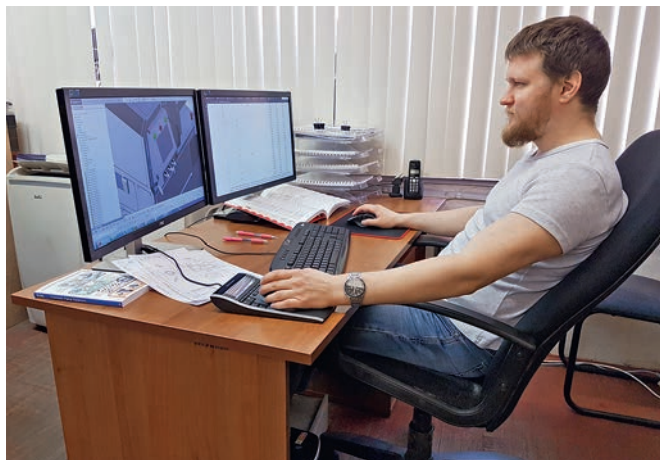
Поэтому мы действуем самостоятельно. Не теряем надежды, стараемся доносить свою позицию. Мы не идем к государству за деньгами: нам нужна другая поддержка. Нам нужно содействие во внедрении наших технологий взамен импортных. Причем мы готовы доказывать, что эта замена – не в ущерб качеству.

**Производство паяльной маски, о котором вы говорили, находится здесь же?**

**А. Григорьева.** Да, у нас всего три производственные площадки. На первой находятся лаборатория,



Платы с нанесенной защитной паяльной маской СПБЦ «ЭЛМА»



### Конструктор за работой

опытные линии для проверки растворов, склад исходных химических материалов, производство концентратов и склад готовой продукции. Вторая площадка – это механосборочное производство. На третьей площадке мы производим защитную паяльную маску. Производительность участка производства защитной паяльной маски – около 2 т/мес. Мы готовы при необходимости нарастить объемы.

### Вы делаете маску только зеленого цвета?

**А. Григорьева.** Не только. У нас есть также черная маска, которая прошла испытания на одном из предприятий, в частности на стойкость к процессу нанесения химического никеля – иммерсионного золота. Это очень хороший результат. Не все зарубежные маски выдерживают этот процесс.

Также мы буквально в двух шагах от того, чтобы предложить рынку белую паяльную маску. Мы рассчитываем, что она будет пользоваться спросом у производителей плат для светодиодных изделий.

Есть у нас и красная, и синяя маски, но они не так востребованы в нашей стране, как зеленая и черная.

### Вы упоминали про финишные покрытия. Какие процессы у вас есть в этой области?

**А. Григорьева.** У нас есть технологии для всех наиболее распространенных финишных покрытий, используемых в России: иммерсионное золото по химическому никелю (ENIG), иммерсионное



Одна из последних разработок СПБЦ «ЭЛМА» – конвейерная установка «Элмакон»

и гальваническое серебро, органическое защитное покрытие (OSP), иммерсионное олово и др.

### А такое считающееся перспективным покрытие, как ENEPIG?

**Л. Григорьева.** Есть разработка в лаборатории, и мы готовы создать под него процесс, но пока оно



Химико-гальваническая линия СПБЦ «ЭЛМА» на одном из российских производств



Установка травления с вертикальным расположением заготовок

практически не востребовано у нас. Поэтому ждем промышленного партнера, которому оно будет нужно.

**Вы изготавливаете и оборудование, а это совершенно другое производство в сравнении с изготовлением химических составов. Настолько можно это сочетать?**

**А. Григорьева.** Конечно, производство химических материалов не имеет ничего общего с изготовлением оборудования. Но сами продукты находятся в тесной взаимосвязи.

Мы начинали как технологи, но спустя несколько лет пришли к тому, что наибольшей эффективности можно достичь, поставляя не только химию, но и оборудование, которое будет оптимальным образом с ней сочетаться. Да и нашему заказчику не нужна отдельно взятая машина или канистра с раствором. Его цель – работающий процесс. И согласитесь, гораздо удобней, когда за запуск процесса отвечает кто-то один. Ранее при запуске своих процессов приходилось сталкиваться с различными нюансами работы оборудования, на которые мы не можем влиять: например, не хватает диапазона регулирования температуры или времени обработки в ванне. Многие также зависят и от конструкции ванн, от правильно организованной системы промывки. Так что оптимальное качество достигается тогда, когда химия и оборудование в буквальном смысле созданы друг для друга.



Участок сварки полипропилена. Изготавливаются экраны для повышения рассеивающей способности электролита

Поэтому с 2001 года мы стали разрабатывать и производить оборудование для всех наших процессов. Это прежде всего химико-гальванические линии, установки травления с регенерацией, конвейерные установки для всех мокрых процессов в производстве печатных плат. А сейчас, как видите, создаем и оборудование для нанесения паяльной маски.

Еще раз повторюсь, наша цель – сдать заказчику готовый, работающий процесс. Это значит, что мы не только разрабатываем оборудование по техническому заданию заказчика, обеспечиваем заказчиков материалами, но и отвечаем за внедрение технологии, подбираем технологические режимы с учетом специфики и конструкции печатной платы, выпускаем установочную партию его изделий и обучаем персонал.



Токарный станок на участке металлообработки





Участок сварки металлоконструкций

**Разработка химических составов, как мы уже обсуждали, требует особых знаний и опыта. А насколько сложно оборудование для мокрых процессов и какая квалификация нужна для его изготовления?**

**А. Григорьева.** Прежде всего, в оборудовании заключено большое количество инженерных решений, напрямую влияющих на результат. И наше мнение: идеального результата можно достичь только при тесном взаимодействии технолога, понимающего нюансы технологического процесса, а также поведения химического раствора, и конструктора, который точно может воплотить в оборудовании обозначенную технологом задачу.

Существуют различные решения и подходы, обладающие своими плюсами и минусами, но каждый подход имеет свои тонкости и требует от разработчика определенного опыта. Например, долгое время мы делали ставку на вертикальное расположение обрабатываемой заготовки в машине. Время внесло свои коррективы. Мы принимали во внимание разные факторы, в том числе и обратную связь, получаемую



Фрезерный станок с ЧПУ



Готовые подвесы, покрытые пластизолом, для гальванической линии собственного производства СПБЦ «ЭЛМА»

от технологов. В нашей линейке появились установки с горизонтальным расположением платы, однако наилучших результатов, в таком важном и сложном процессе как травление, мы добились именно в вертикальных установках, когда есть возможность избежать «эффекта лужи» и получить лучший фактор травления, что особенно важно для плат высокого класса точности.

Также стоит отметить, что, кроме технических характеристик, при разработке оборудования нужно учитывать и ряд других параметров, которые могут быть важны для заказчика: габариты, эргономика и т. п. Критическую роль при эксплуатации может сыграть даже неудобно расположенная рукоятка.

**Вы говорили, что в штате компании есть программисты. Программное обеспечение также делаете сами?**

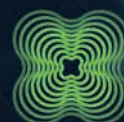
**А. Григорьева.** Мы считаем правильным разрабатывать ПО для наших установок самостоятельно, а не отдавать эту работу контрагентам. Это позволяет нам более гибко обслуживать оборудование и при необходимости вносить изменения в программы. Таким образом, мы создаем полноценные комплексные решения для заказчиков, включающие и оборудование, и ПО, и материалы, и поставляем их, фактически, под ключ.

Так что, в то время, когда в отрасли активно говорится о необходимости разработки отечественных технологий, мы их уже готовы предоставить.

**Спасибо за интересный рассказ.**

5-6 **ДЕКАБРЯ**  
2019

ОРГАНИЗАТОР



цифра



## ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО 4.0

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

### ИДЕЯ

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО –  
ключевое событие года, объединяющее в профессиональное  
сообщество более 1000 лидеров цифровизации в России

### ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ

Создание единой рабочей площадки  
для обсуждения реальных проблем производства в новых  
условиях, обмена опытом и развития эффективных партнерств

### ПРОГНОЗ на 2019 год

- 1 500 участников из 80 регионов России
- 90 спикеров практиков
- 400 предприятий ВПК и гражданского сектора
- 50 заключенных контрактов
- 30 коммерческих и 30 информационных партнеров

## ЦИФРОВОЕ ДЕЛОВОЕ ПРОСТРАНСТВО

Г.МОСКВА

[www.oee-conf.ru](http://www.oee-conf.ru)

СООРГАНИЗАТОР

