



Поздней осенью в московском ЦВК «Экспоцентр» состоялась 7-я Международная выставка по электронике, микроэлектронике и компонентам ChipEXPO '2009. Это выставочное мероприятие уже давно прочно удерживает ведущие позиции в своей области. На нем были представлены последние достижения науки и промышленности в микроэлектронике, разработке и производстве электронных компонентов, создании технологического оборудования и радиоэлектронных изделий различного назначения.

Среди организаторов, участников и посетителей не раз отмечалось, что ChipEXPO стала центром демонстрации новейших технологий для создания электронных компонентов, радиоэлектронной продукции и производства средств связи. Выставки такого формата содействуют реализации важнейших стратегических целей — продвижению ассортимента отечественных предприятий на внешнем и внутреннем рынке, а также уменьшению доли импортных составляющих в выпуске радиоэлектронных изделий.

В соответствии с последними тенденциями развития отрасли на мероприятии были организованы и тематические экспозиции, например, «Компоненты и аппаратура ГЛОНАСС/GPS» и «Полупроводниковая светотехника». Отдельным, уже традиционным направлением выступали стенды, на

которых были представлены технологии, оборудование и программное обеспечение для выпуска и монтажа печатных плат. И хотя формально они не были объединены, однако по каждому из образцов можно было смело утверждать, что их создатели находятся на особом счету, ведь печатная плата — основа любого электронного устройства.

Три в одном

Научно-производственное опытно-конструкторское бюро машиностроения (ОКБМ, г. Витебск, Беларусь) было создано достаточно давно — в 1971 г. Основными видами его деятельности являются разработка, выпуск, реализация и сервисное обслуживание различных технологических устройств, приборов и систем с широким использованием компьютерной, микропроцессорной и электронной техники. В последние годы предприятие отдавало приоритет таким направлениям, как проектирование и изготовление энергосберегающего и специального технологического оборудования, а также обслуживания для легкой промышленности и полиграфии.

Параллельным курсом шло создание, производство и внедрение автоматических систем для монтажа различных компонентов на печатные платы (ПП). Одним из последних достижений в этой области можно

считать **автомат АПМ-400 для установки поверхности-монтажируемых радиоэлементов**. Он используется при размещении на поверхности ПП элементной базы из ленты шириной 8, 12 и 16 мм, нанесении клеевых точек в места монтажа или паяльной пасты на контактные площадки печатной платы.

АПМ-400 изготавливается в трех исполнениях — это модели «Монтаж» и «Клей», а также комбинированная установка «Клей-монтаж». Первая используется при автоматическом закреплении на плате поверхностно-монтажируемых компонентов, а вторая — в случае необходимости нанесения клея в места их расположения. Она применяется также, когда на контактные площадки ПП добавляют паяльную пасту. Последний вариант оборудования является, как видно по его названию, универсальным, совмещающим в себе функции двух первых моделей.

В основе работы АПМ-400 лежит принцип перемещения монтажной головки по координатам X и Y, осуществляемого шаговыми электродвигателями с дискретностью 0,025 мм. Монтажная головка обеспечивает вакуумный захват радиоэлемента из питателя с последующим поворотом на требуемый угол. Далее идет центрирование детали, ее перенос и опускание на поверхность печатной платы.

В процессе функционирования оборудования предусмотрен контроль наличия элемента при захвате, переносе и монтаже. После окончания работы на экран монитора выводится перечень неустановленных элементов, которые добавляются в случае необходимости в ручном или автоматическом режиме. При этом АПМ-400 должен иметь возможность ручной и автоматической смены инструмента в количестве 4 ед. Программное обеспечение совместимо с операционной системой Windows и поддерживает проекты, разработанные в P-CAD.

Базовая комплектация автомата включает координатное устройство и устройство управления, монтажный модуль и механизм переключения, обслуживающий 30 питателей. Для полноценной работы комплекс должен содержать еще как минимум и компьютер с монитором, которые поставляются только по согласованию с заказчиком. Отдельно также можно приобрести несколько видов питателей (пенальный, на 8, 12 или 16 мм), дополнительный механизм переключения, рассчитанный на 30 пи-

тателей, магазин инструментов, ТВ-тюнер и клавиатуру. В результате в оптимальную рекомендуемую поставку включается базовый комплект, к которому докупаются еще один механизм переключения и 60 питателей.

АПМ-400 массой 140 кг и размерами 1190×1105×130 мм имеет полное исполнение и питается от электросети напряжением 220 В стандартной частоты. Его потребляемая мощность (без учета управляющего компьютера) составляет 300 Вт. При этом производительность автомата — 2200 эл/ч с погрешностью установки радиоэлементов $\pm 0,15$ мм. Угол разворота компонента может находиться в пределах от 0 до 315° с дискретизацией 45°. При установке всех питателей (60 шт.) разработчики гарантируют размер рабочего поля печатной платы 400×280 мм.

Определенные требования предъявляются и к корпусам устанавливаемых элементов — они должны иметь тип 0603, 0805, 1206, SOT23, SOT143, SOD110, SOD323 или SOD123. Однако по отдельному заказу возможна адаптация автомата под радиоэлементы в других корпусах.



Автомат АПМ-400 для установки поверхностно-монтируемых радиоэлементов

JKI — скорость, точность, качество

Компания «Совтест АТЕ» (г. Курск) была образована в 1991 г. как совместная российско-британская фирма. Первоначально ее работа сосредоточилась на гарантийном и послегарантийном обслуживании компьютеров и оргтехники, ремонте промышленного электронного оборудования как отечественного, так и импортного производства. В 1994 г. предприятие становится самостоятельным, и у него четко выделяются основные направления деятельности — это сфера технологического, тестового и испытательного оборудования, а также оборудования для обработки провода/кабеля.

В настоящий момент компания уже 18 лет успешно действует на электронном рынке России и стран СНГ по двум векторам развития. Первый из них включает в себя поставки всевозможного оборудования для тестирования, производства микроэлектроники и поверхностного монтажа. Сюда же относятся предложения фирмы по специальным испытательным устройствам, диагностирующим как механические воздействия (вибрацию, удары и т. п.), так и влияние окружающей среды (температуры, влажности, соляного тумана, пыли и пр.).

Второе направление, поддерживаемое предприятием, — это собственный выпуск оборудования и программного обеспечения, предназначенного для контроля качества продукции на различных стадиях ее создания. При этом изготавливается широкая линейка устройств — от приборов входного контроля и тестирования печатных плат до сборочных узлов для тестовых систем, используемых в комплексном производстве.

Из разработок компании посетителям выставки были представлены измерительный комплекс FT-17 для функционального контроля электронных модулей и компонентов, локализатор неисправностей на компонентном уровне SFL 2500 и шкаф сухого хранения «Совтест-Dry». Однако

особым вниманием пользовался гибкий высокоскоростной **автомат установки компонентов JUKI KE-2080** японской фирмы Juki Automation, применяемый при монтаже компонентов с высокой плотностью.

Подобный комплекс, по словам инженеров предприятия, является на сегодняшний день одним из мировых лидеров по параметрам точности и скорости. При этом он может устанавливать широкий диапазон компонентов — от 01005 до микросхем и элементов неправильной формы. JUKI KE-2080 оснащен высокоскоростной головкой с шестью вакуумными захватами для монтажа стандартных деталей и еще одним захватом для размещения компонентов с мелким шагом.

К особенностям автомата можно отнести обеспечение одновременного центрирования шести элементов, которое осуществляется «на лету» с помощью лазерной системы. Последняя установлена на головке KE-2080, измеряющей компонент в процессе своего перемещения по кратчайшей траектории от места захвата к точке монтажа. Кроме того, такая лазерная система центрирования, имеющая разрешающую способность в несколько раз выше, чем у стандартных видеосистем, позволяет выполнять 3D-измерения компонентов. В результате обеспечивается очень тщательное центрирование даже малых компонентов, таких как 01005.

Если же приходится точно позиционировать микросхемы с мелким шагом, то в решении подобной задачи помогает видеокамера с уникальной системой подсветки, имеющей три направления освещения и три длины волны. Такая видеосистема позволяет измерять компоненты самой сложной формы и с различной отражающей способностью.

JUKI KE-2080 сконструирован по модульному принципу и может применяться в сочетании с другими автоматами серии 2000 для построения мощных гибких линий. Производительность оборудования составляет 15 400 комп/ч для чип-компонентов, 1850 комп/ч для микросхем с



Высокоскоростной автомат установки компонентов JUKI KE-2080 на стенде компании «Совтест АТЕ»

использованием системы технического зрения и 4700 комп/ч при видеоцентрировании с нижней, боковой и задней подсветкой.

Производство бывает разным

ООО «Резонит» (г. Москва, Зеленоград) — непрерывно растущая и развивающаяся компания, основанная в 1997 г. выпускниками МИЭТ. Ее базовым направлением является изготовление печатных плат: от срочного создания единичных изделий и мелких серий до поставок крупных партий. Фирмой осуществляются

также монтаж ПП, продажа вспомогательных материалов и контрактные поставки продукции для российских предприятий электронной промышленности. Активная деятельность ООО «Резонит» не осталась без внимания, и в 2007 г. оно было удостоено национальной премии «Олимп качества», присужденной за выдающиеся достижения в качестве бизнеса, продукции и услуг.

Компания способна добротнo и в срок выполнить заказ на производство печатных плат любого уровня, причем у нее практически нет ограничений как по сложности изделий,

так и по их максимальному количеству. Как правило, на запрос клиента инженеры предлагают несколько вариантов изготовления ПП — от самых несложных и экономичных до высокотехнологичных, попутно консультируя по любым вопросам, касающимся проектирования или процессов выпуска и монтажа.

В настоящее время наиболее динамично развивающееся подразделение — участок **срочного производства печатных плат**, позволяющий в кратчайшие сроки обкатать «сырое» изделие перед его серийным запуском. Такой сервис незаменим, когда клиенту необходимо проверить те или иные параметры своего заказа. Мощности предприятия позволяют изготавливать одно- и двусторонние ПП с маской/без маски за 3/2 рабочих дня, многослойные ПП (до 8 слоев) — за 5–7 рабочих дней, одно- и двусторонние ПП по системе «Суперэкспресс» — за 1 рабочий день. Поддерживается также быстрый выпуск односторонних ПП с металлическим основанием (Al) и печатных плат на материале заказчика.

Еще одно направление производства — серийное изготовление печатных плат. На сегодняшний день компания предлагает несколько вариантов и один из них — **выпуск мелких и средних серий ПП**, являющийся оптимальным для малобюджетных заказов. Здесь наблюдается очевидный выигрыш по цене с качеством, соответствующим ГОСТ 23752-79. При этом заказчику предоставляется уникальная возможность использовать материалы с практически любым сочетанием толщины подложки и фольги. Очевидны и преимущества: небольшой срок разработки, низкая цена и минимальный заказ (от одной технологической заготовки).

Логическим продолжением предыдущего варианта является **производство крупных серий печатных плат**. Предприятие гарантирует идеальное сочетание качественных материалов и совершенную технологию их обработки, что позволяет делать платы с высочайшими требованиями по климатическим условиям для любых сфер применения, а также выпускать их по бессвинцовой (lead-free) технологии.

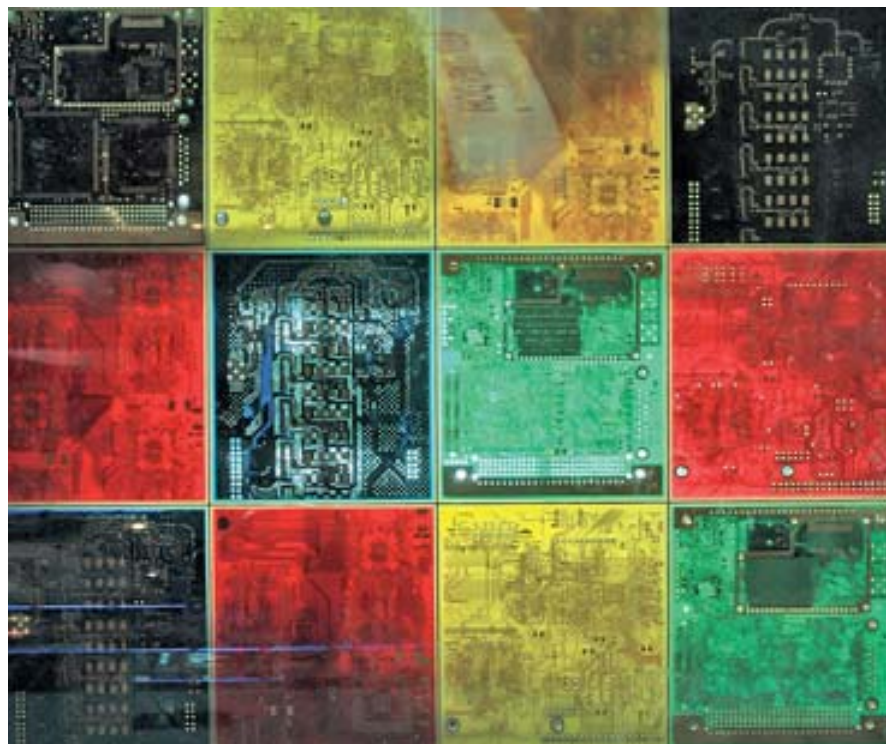
Помимо изготовления ПП на стандартных материалах, компания позиционирует себя и как серийный производитель печатных плат High Tech. К ним относятся нестандартные и сложные изделия — СВЧ-платы, гибкие и гибко-жесткие, с металлическим основанием и многослойные повышенной сложности.

СВЧ-платы используются в устройствах с рабочими частотами от 500 МГц и выше. Основными преимуществами гибких печатных плат являются собственно динамическая гибкость, уменьшенный размер и вес, улучшенная эффективность сборки, повышенная надежность и т. п. Введение гибко-жестких ПП позволяет отказаться от соединительных разъемов, что также приводит к повышению надежности радиоэлектронной аппаратуры. Печатные платы с металлическим основанием находят применение в тех конструкциях, где необходим отвод тепла от компонентов — в источниках питания, схемах управления двигателями и др.

ПП повышенной сложности — это многослойные (до 30 слоев) изделия 5 класса, для изготовления которых требуются специальные технологии. В частности, фрезерование на глубину, высверливание металлизированных полуотверстий и тентирование* переходных отверстий с их последующим покрытием медью. Сюда же относится создание внутренних термокондуктивных слоев меди повышенной толщины, использование планарных трансформаторов, контроль волнового сопротивления и т. п.

Печатные платы для любого потребителя

Отправной точкой в истории развития Государственного Рязанского приборного завода (ФГУП «ГРПЗ») стало образование в далеком 1918 г. местного деревообделочного предприятия. После перепрофилирования в 1934 г. оно в дальнейшем переходит



Продукция ООО «Резонит»

* Тентинг (от англ. tenting — устанавливать шатер) — метод, при котором отверстия для предохранения от стравливания металлизации закрываются «крышками» или «тентами», формируемыми из фоторезиста.

в подчинение Наркомату авиационной промышленности и, начиная с довоенных и военных годов, активно выпускает авиационную продукцию. В 1965 г. производство получает название «Рязанский приборный завод», в связи с чем оперативно создает новые мощности и осваивает передовые технологии. На сегодняшний день ГРПЗ специализируется на изготовлении радиолокационной системы управления вооружением «Барс» для истребителей Су-30. Параллельно идет освоение суперрадара «Ирбис» для новейшего самолета Су-35.

Наряду с военными изделиями завод успешно выпускает и гражданскую продукцию, отвечающую самым строгим потребительским требованиям. Это средства связи, счетчики электрической энергии, сварочное оборудование и медицинские приборы. Но на особом счету у предприятия — создание инновационной техники, изделий и систем, позволяющих максимально задействовать его производственные и технологические возможности. Сюда относятся изделия связи, телеметрии, сварочной и медицинской техники, точной механики. ГРПЗ считается также и одной из самых лучших в России компаний по изготовлению печатных плат.

На выставке завод предлагал **широкий спектр услуг по производству ПП**. В частности, он принимает заказы на выпуск таких их видов, как многослойные 4–5 классов точности, гибкие и гибко-жесткие, с теплоотводящими слоями на основе алюминия, а также СВЧ-платы. Гарантированное качество и надежность продукции обеспечены высоким современным технологическим уровнем предприятия, цены при этом заявлены умеренные.

Весомым аргументом в пользу завода является, например, оснащение его линий специализированным технологическим оборудованием таких ведущих зарубежных фирм, как Schmid, Lauffer, Posalux, LSR, Pill, Buzkle, LEHZ, PrintProcess AG, Gamtek, Orbotech, ATG и др. Оно позволяет выпускать многослойные ПП



Образец печатных плат
Рязанского приборного завода

высоких классов точности, не уступающие по качеству западным образцам. Кроме того, именуемая на вооружении инженеров технология дает возможность производить платы, содержащие от 2 до 50 слоев с минимальным диаметром металлизированного отверстия 0,15 мм.

ГРПЗ использует конструкторско-технологическую систему изготовления фотошаблонов, включающую в себя мощные компьютерные станции, максимально ускоряющие создание рабочих образцов. Залогом высокого качества выпускаемой продукции служит применение импортных материалов фирм Schipley и J-KEM, внедрение систем поэтапного оптического контроля на всех ответственных стадиях, а также полный контроль электрических параметров готовых ПП на установках компании ATG. Существующее оборудование делает возможным производство печатных плат с иммерсионным* золочением поверхности или гальва-

* Иммерсионный способ — способ, когда металлическое покрытие образуется за счет растворения подложки из менее благородного и более активного металла.

ническим золочением контактных разъемов.

Рязанский приборный завод принимает и заказы на микросборки. Его современное технологическое оснащение и высококвалифицированные кадры позволяют в кратчайшие сроки выполнять разнообразные операции по сварке, пайке, размерной обработке и пр. В частности, ГРПЗ осуществляет сборку печатных и тонкопленочных плат с применением сварко-пайки и микросварки, работающих в диапазоне частот до 12 ГГц, проводит лазерную точечную и шовную сварку металлов и сплавов по нормам ОСТ 1114.5014.

Предприятие изготавливает тонкопленочные платы методами вакуумного электронно-лучевого и магнетронного напыления с помощью соответственно установок EBX-1000 и Caroline D12B (Caroline D12B2). В процессе используются пленки из кремния и резистивных сплавов РС3710, РС5402 и РС5406Н с поверхностным сопротивлением 5–10 000 Ом. Применяются также пленки из меди, хрома, ванадия, алюминия, титана или никеля толщиной до 15 мкм. Вся продукция при этом отвечает требованиям ОСТ 107.750871.001.

Кроме того, завод выполняет металлостеклянные вакуумно-плотные соединения (изоляторы, переходы и т. д.) согласно ОСТ 107.460092.002-86, осуществляет высококачественную лазерную и дисковую размерную обработку керамики, сапфира, тонких листов черных и цветных металлов. Среди выполняемых операций — резка, прошивка отверстий, а также надрезка на заданную глубину с дискретностью 0,01 мм.

Отдельной статьей заказа идет производство прецизионных эмульсионных фотошаблонов с помощью установки DWL 66, являющейся по сути системой формирования и обработки изображений с чрезвычайно высоким разрешением (более 500 000 dpi). По специальному соглашению предприятие проводит разработку конструкторской документации пассивных планарных СВЧ-устройств, работающих на частотах до 10 ГГц.

Трассировка — это искусство

Компания «Эремекс» (г. Санкт-Петербург) известна на российском рынке как авторитетный разработчик программного обеспечения для автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Команда фирмы состоит из ведущих специалистов и ученых лучших академических и прикладных инженерных школ северной столицы. Сюда входят и профессионалы, обладающие более чем 15-летним опытом разработки программного обеспечения для автоматизации проектирования печатных плат. Предприятие создает ПО САПР, позволяющее снизить производственные издержки и сократить сроки выхода продукции.

В 2001 г. на отечественный и зарубежный рынок была выведена интересная разработка компании — высокопроизводительный **топологический трассировщик печатных плат Topological Router (ТороR)**. Он предназначен для проектирования ПП, предварительно подготовленных в других системах в форматах PCAD ASCII PCB, PADS ASCII PCB или DSN. Постоянно совершенствуясь, трассировщик является уникальным в своей области и, по словам создателей, до сих пор не имеет аналогов.

Эффективность программы ТороR достигается за счет сочетания следующих уникальных характеристик. Пакет достаточно легок в освоении и прост в применении. Отсутствие преимущественных направлений трассировки (не только 90 и 45°) в слоях существенно снижает протяженность параллельных трасс, что уменьшает уровень перекрестных электромагнитных помех. Кроме того, автоматически вычисляется оптимальная форма проводников, последние же — гладкие и без изломов — позволяют более эффективно использовать свободное пространство печатной платы.

Полная разводка цепей при помощи трассировщика происходит практически мгновенно (за доли секунды). При этом разводятся все связи,



Образец ПП, полученный с помощью трассировщика ТороR

даже если приходится нарушать некоторые технологические допуски, поскольку в дальнейшем ошибки самоустраиваются. Существует и возможность параллельной оптимизации нескольких альтернативных вариантов топологии, когда пользователь вправе выбирать понравившуюся ему топологическую конфигурацию.

Размещение компонентов выполняется также автоматически, в т. ч. в выделенном окне, для каждой цепи поддерживается предварительный ввод значений минимально допустимого и желательного зазоров. Система сама уменьшает проводник, если он подходит к контакту, имеющему меньшую ширину, или когда диаметр контакта меньше ширины проводника. Размер изменяется и при проходе через узкие места, например, между контактами компонента.

Отличительными особенностями трассировщика является поддержка каплевидного сглаживания стыков проводников (tear-drops) с контактными площадками и возможность пере-

мещения элементов на уже разведенной плате с сохранением целостности разводки и соблюдением заданных зазоров. Кроме того, соблюдается абсолютный минимум (в рамках найденной топологии) числа межслойных переходов. Это, в частности, позволяет успешно разводить однослойные платы, при трассировке которых ТороR находит соответствующую укладку, либо подбирает вариант с минимальным числом перемычек.

В процессе автотрассировки и при редактировании топологии платы программа выполняет автоматическую проверку конструктивно-технологических ограничений и контролирует выходной файл. Допускается также эффективная самостоятельная трассировка области BGA*-компонентов.

Регулирование длины проводника осуществляется системой с помощью вписывания так называемого серпантина в трапецию, создаваемую на месте выделенного участка. Ее высота, длина оснований и углы наклона боковых сторон регулируются путем перемещения специальных маркеров. Если хватает свободного пространства, в трапецию с заданным зазором вписывается серпантин необходимой длины, иначе происходит прокладка максимально возможного. При этом разработчики отмечают, что применение трапеции вместо традиционного для других САПР прямоугольника позволяет более экономично использовать ресурсы монтажного пространства, особенно в условиях трассировки под произвольными углами.

Однако на этом достоинства системы ТороR не заканчиваются. Ее отличают также высокая скорость трассировки, сокращающая время проектирования электронных устройств в десятки раз, и широкий набор инструментов, обеспечивающий разработку плат с повышенной надежностью, позволяющий улучшить производственные и эксплуата-

* BGA (англ. ball grid array — массив шариков) — тип корпуса поверхностно-монтажных интегральных микросхем.

ционные показатели. А введение в программу уникальных алгоритмов помогает найти нетрадиционные решения и упростить выполнение сложных задач.

Трассировщик успешно справляется как с однослойными платами, так и с ПП повышенной плотности, причем в системе используются два режима разводки — с полным и частичным контролем конструктивно-технологических ограничений. Последний позволяет провести между незакрепленными компонентами большее число трасс в расчете на дальнейшую раздвижку. Кроме того, в ТороR включены средства локальной перетрассировки, в частности — автоматическая оптимизация путей проводников во время перемещения компонентов.

Система оснащена инструментами и функциями, облегчающими работу оператора. Так, в пакете с ПО

поставляется редактор стиля разработки, в котором задаются основные конструктивно-технические ограничения: ширина проводников, зазоры между ними, форма контактных площадок и т. п. При этом, в отличие от аналогов со схожими задачами, в ТороR имеется возможность настройки для каждой цепи не только минимально допустимого, но и желательного зазора. В состав программного обеспечения входит также редактор размещения, для удобства обладающий опцией подсветки связи между компонентами.

Для изменения топологии применяются два режима. Работа в одном из них ничем не отличается от процесса разводки в традиционном графическом редакторе. Другой же не позволяет самостоятельно редактировать форму проводников, но в случае, если оператор перемещает компоненты, делает это автоматиче-

ски, без нарушения целостности разводки.

Система ТороR поддерживает импорт и экспорт файлов таких форматов, как PCAD, DSN и PADS ASCII PCB, а следовательно, совместима с другими САПР. Сам же трассировщик работает преимущественно с форматами DFX, Drill и Gerber. В них осуществляется и вывод результатов проектирования.

На сегодняшний день существуют следующие конфигурации продукта — ТороR-2L, -4L, -8L, -16L и -UN, что соответствует возможности проводить до 2, 4, 8, 16 и 32 трассировочных слоев. В стоимость продукта включены годовая техническая поддержка и услуга по получению его обновлений в течение этого срока.

*Андрей Потапенко,
фото автора*

24 - 26 августа

9-я специализированная промышленная выставка

ТЕХНОЭКСПО

СТАНКИ. ПРИБОРЫ. ОБОРУДОВАНИЕ. 2010



Официальная поддержка:
Министерство промышленности и энергетики Саратовской области

- ПРОДУКЦИЯ ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.
- МАШИНЫ. СТАНКИ. МЕХАНИЗМЫ.
- МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, ИНСТРУМЕНТ.
- СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, ИНСТРУМЕНТ.
- ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.












Выставочный Центр «СФЭТ-ЭКСПО»
тел.: 205-470 <http://expo.soft.ru>