

# ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ: СДЕЛАНО В РОССИИ

## ВИЗИТ НА ПРОИЗВОДСТВО ООО "МЭЛТ"

М.Шейкин, И.Шахнович



Компания "МЭЛТ" работает на российском рынке с 1995 года, выпуская разнообразную электронную продукцию – от телефонов с автоматическим определителем номера (АОН) до источников питания. Постепенно все большую долю в продукции компании стали занимать жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) собственной разработки. Сегодня ООО "МЭЛТ" – единственная в России компания, производящая не только типовые, но и заказные ЖКИ.

У индикаторов "МЭЛТ" есть три особенности, делающие это предприятие достаточно уникальным в России. Во-первых, ЖКИ "МЭЛТ" – действительно высоконадежная продукция с широким температурным диапазоном, что очень важно для России. Во-вторых, компания производит – серийно! – очень широкий ассортимент индикаторов. И наконец, эта продукция продается по очень конкурентным ценам – заказчиков не заставляют платить только за то, что продукт "сделан в России". Согласитесь – для отечественного производителя это уникальное сочетание. Поэтому нам было очень интересно, как организовано производство этой продукции, какими технологическими возможностями располагает компания "МЭЛТ". За ответами на эти вопросы мы приехали в Санкт-Петербург, где расположено производство "МЭЛТ".

С компанией нас знакомит генеральный директор ООО "МЭЛТ" Сергей Борисович Головин.

### Сергей Борисович, какую продукцию сегодня выпускает компания "МЭЛТ"?

**С.Головин** Сегодня приоритетное для нас направление – это, конечно, ЖКИ. Мы разработали и производим более 100 разновидностей ЖКИ, в их числе сегментные, символные со знакогенератором, графические, с подсветкой разных цветов и без нее... Это только типовые образцы. Также мы готовы изготовить любые индикаторы на заказ. Стоимость наших ЖКИ вполне конкурентна с китайскими продуктами, но при этом индикаторы производства "МЭЛТ" обладают рядом преимуществ. Так, контроллеры для ЖКИ нам поставляют завод "Ангстрем" – зарекомендовавший себя отечественный производитель микросхем. Его продукция изготавливается с учетом специальных требований, поэтому ЖКИ с контроллерами "Ангстрем" более устойчивы к помехам по сравнению

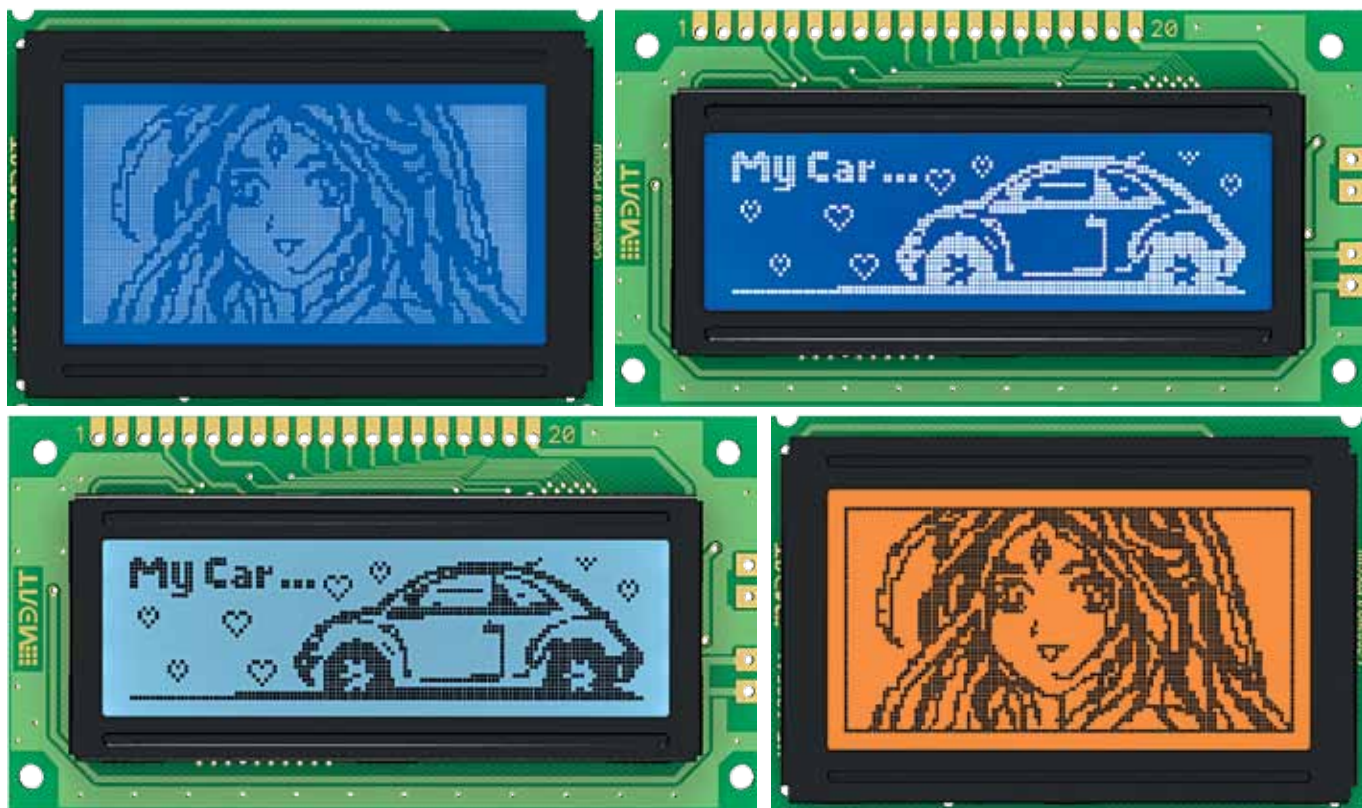
с распространенными аналогами. Не понаслышке зная об особенностях российского климата, мы разработали и выпускаем ЖКИ с широким диапазоном рабочих температур – (от -40 до 70°C). Иными словами, наши ЖКИ, в отличие от индикаторов из Юго-Восточной Азии, созданы именно для России.

ЖКИ – это по объему примерно половина всей нашей продукции. Кроме них, мы производим источники питания – также собственной разработки – для систем светодиодного освещения, прожекторов и прочих применений, в том числе и бытовые адаптеры, включающиеся в розетку. "Изюминка" наших источников та же – широкие температурные диапазоны и высокая надежность, обусловленные оригинальными схемотехническими



Сергей Головин

Примеры ЖКИ "МЭЛТ"





Участок монтажа кристаллов на плату

Монтаж контроллеров по технологии "чип на плату" (слева направо): подготовленная плата, плата с установленными контроллерами, заливка компаундом

и конструктивными решениями. Например, по заказу РЖД мы изготовили партию источников с рабочей температурой до  $-50^{\circ}\text{C}$  и наработкой на отказ не менее 100 тыс. ч. Для работы при низких температурах мы разработали схему, в которой нет ни одного электролитического конденсатора. Кроме этого, наши источники тестируются на электромагнитные помехи, а это делают далеко не все компании.

В относительно небольших объемах мы производим светодиодные линейки и матрицы для светильников (к слову, мы сами их используем на предприятии, заменяя ими пришедшие

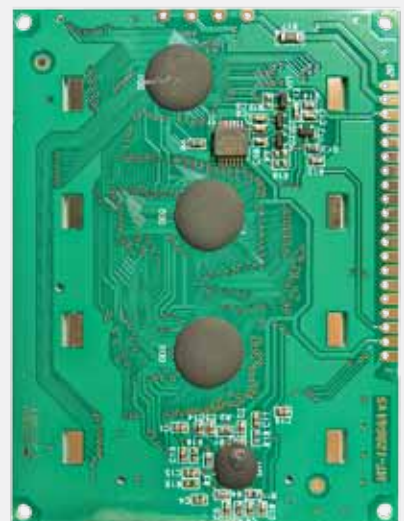
в негодность люминесцентные лампы). Кроме того, занимаемся и контрактной сборкой печатных плат.

### Что представляет собой производство компании?

С.Г. Наше производство находится в Санкт-Петербурге. Мы занимаем одно из помещений завода "Магнетон" недалеко от Технического университета. Начинали, как и многие некрупные компании, с ручного монтажа, лишь пайка выполнялась в инфракрасных печах. Первую автоматическую линию на основе установщиков Philips Toraz мы запустили в 1998 году.

До 2008 года мы занимали два цеха, но после кризиса пришлось потесниться, и теперь наше производство размещается на участке площадью чуть более  $500\text{ м}^2$ . Там расположены линии поверхностного монтажа, пайки выводных компонентов и единственный в России участок сборки ЖКИ по технологии CoB (Chip on Board) – "чип на плату". На производственном участке работают около 30 человек, из них три инженера, остальные – монтажники и обслуживающий персонал.

Вся деятельность производства координируется из Москвы. Отсюда мы отправляем заказы, комплектующие, отслеживаем их наличие на складах по общей базе данных; сюда же завод



присылает готовые изделия, которые распределяются по заказчикам.

Основа ЖКИ – стекло, на котором сформирована прозрачная проводящая структура сегментов индикатора и проводников. В СНГ такие стекла изготавливаются лишь на одном заводе в Минске. Кроме этого, мы пользуемся услугами двух китайских фабрик. Какого именно поставщика выбрать – зависит от особенностей конкретного заказа. Например, крупные партии мы предпочитаем покупать в Китае, а если нужно обговаривать какие-то особенные требования к стеклам – разумнее обратиться к белорусским коллегам, с которыми у нас уже давно налажены хорошие связи.

Об особенностях производства нам рассказывают начальник производства Ольга Владимировна Максимова и главный инженер Владимир Кириллович Куприянов.

#### Как организовано производство ЖКИ?

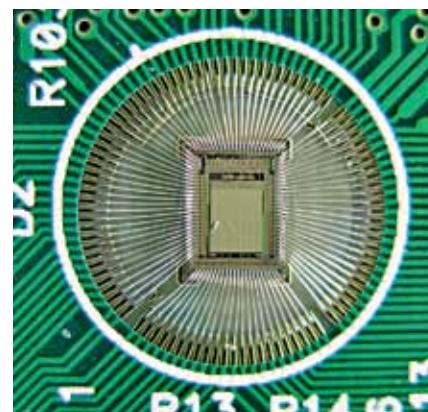
**О.Максимова** Для сборки ЖКИ мы используем широко распространенную

во всем мире технологию "чип на плату". Основанием индикатора служит обычная печатная плата, на которую в стандартном цикле поверхностного монтажа устанавливаются дискретные компоненты, а затем разваривается и герметизируется кристалл контроллера. Такая плата значительно дешевле и компактнее, чем если бы на нее устанавливался корпусированный контроллер, это важное преимущество технологии "чип на плату". Платы могут быть как одиночные, так и мультиплицированные.

Рассмотрим техпроцесс более детально. На печатные платы с предварительно припаянными дискретными компонентами вручную, с применением полуавтоматического дозатора приклеиваются кристаллы контроллеров. После сушки платы отправляются на участок разварки. Здесь установлены три автомата ультразвуковой сварки ASM AB559A – очень быстрые машины, выполняющие одну точку сварки за 0,02 с. Для соединения контактных площадок кристалла и платы мы применяем алюминиевую проволоку, но если потребуется, автомат может быть перестроен на работу с золотой проволокой.

Автомат AB559A имеет очень удобную для нас функцию Vision Lead Locator (VLL) – автоматический поиск точек сварки на плате. Ведь отклонения, допустимые при изготовлении печатных плат, могут стать критичными при разварке кристаллов. Чтобы избежать брака, автомат получает изображение рабочей зоны и самостоятельно ищет точку сварки.

Автомат ультразвуковой сварки ASM AB559A, справа – разваренный кристалл





Владимир  
Куприянов

После разварки платы с кристаллами помещаются в термошкафы, где выдерживаются при температуре 70°C в течение 10-16 часов. Это позволяет снять механические напряжения, возникающие в кристаллах после разварки. С началом прогрева кристаллов после разварки выход годных ЖКИ заметно вырос, а отказы в процессе эксплуатации снизились.

Далее кристаллы заливаются компаундом на герметизирующих установках УГ-1 минского производства (УП "КБТЭМ-СО"). Эти уже не новые, но вполне надежные машины выполняют сплошную заливку прямоугольной или круглой зоны. Сушка компаунда также вызывает в кристалле напряжения, поэтому после этого платы еще раз проходят термообработку.

Окончательная сборка индикаторов выполняется вручную. ЖК-панель фиксируется на плате металлической рамкой, коммутация выполняется

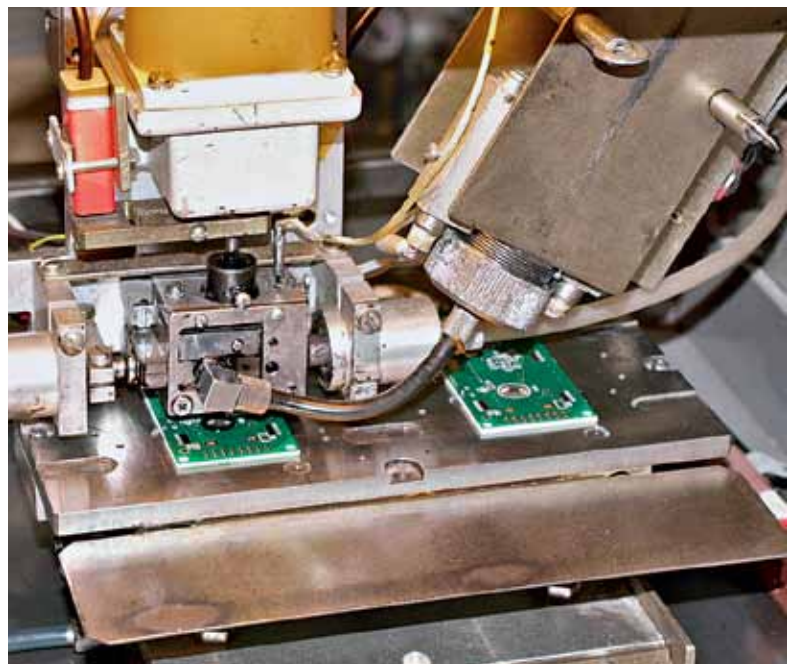
токопроводящей резиной. Благодаря такой конструкции можно быстро заменить плату или ЖК-панель в случае их поломки. При необходимости на плату напаиваются блок подсветки и разъемы.

#### Как организован участок монтажа печатных плат?

**В.Куприянов** На нашем предприятии две линии поверхностного монтажа - полностью автоматическая и полуавтоматическая. Линии были установлены компанией Остек в 1998 году; с тех пор у нас все еще работают трафаретные принтеры и одна печь. На смену старым установщикам Philips Тораз несколько лет назад были приобретены автоматы Yamaha YS12F с номинальной производительностью 20 тыс. комп/ч. Выбирая новые установщики, мы рассмотрели много вариантов и остановились на предложении компании "АссемРус" выгодно реализовать старое оборудование и приобрести новое. Сыграл свою роль и тот факт, что автоматы Тораз - это системы компании Yamaha, выпускавшиеся под брендом Philips, поэтому нашим инженерам было несложно освоить новое оборудование.

В обеих линиях работают трафаретные принтеры фирмы DEK - автомат

Заливка контроллеров компаундом на установке герметизации УГ-1





DEK E1a и полуавтоматический DEK 248. Интересно, что на небольших сериях плат использовать DEK 248 удобнее, чем автомат DEK E1a из-за простоты настройки. Использовать принтеры одной марки, хоть и разных моделей удобно, так как некоторые их части взаимозаменяемы. Кроме того, у нас есть автоматический дозатор SAMALOT 5000, который мы применяем для малых партий и одиночных опытных плат. Дозатор также полезен, если нужно напаять компоненты на уже смонтированную плату.

Для оплавления мы используем автоматическую печь Ersal Hotflow 5. Однако она имеет существенный недостаток. У нее всего три зоны нагрева и две – охлаждения, что не позволяет задать термопрофиль для оплавления бессвинцовых припоев. Поэтому мы приобрели вторую печь – семизонную Ругатах компании ВТУ. Она применяется для пайки по бессвинцовой технологии.

Обращу внимание на разгрузочный конвейер производства российской компании "ДИАЛ". Мы установили его на замену конвейеру Nutec, который не мог работать с длинными платами: если плата не выходила из печи за определенное время, конвейер выдавал аварийный сигнал. Чтобы линия не останавливалась, нам приходилось держать у конвейера рабочего, который вручную вытягивал платы из печи. Конвейер "Диал" – двухскоростной, причем на малой скорости время выгрузки не ограничено. А как только плата выходит полностью, конвейер переключается на

высокую скорость. Так мы можем работать с платами любой длины, в том числе и для светодиодных линеек.

Для ремонта дефектных плат у нас есть три ремонтные станции. Мы применяем "воздушный паяльник" нашего собственного изобретения – модификация паяльного фена с узкой струей воздуха. Им можно локально прогревать плату для выпаивания и замены компонентов. Для визуальной проверки применяем микроскопы.

На участке выводного монтажа у нас трудится установка пайки волной Kirsten. Платы с установленными вручную компонентами загружаются в машину. Встроенный флюсователь покрывает плату флюсом. После этого плата поступает в зону сушки горячим воздухом, где флюс активируется, а плата прогревается перед пайкой для

Участок сборки модулей ЖКИ, тестирование готовых ЖКИ (справа)

Участок поверхностного монтажа





Автомат установки компонентов Yamaha YS12F

Конвейер компании "ДИАЛ"

того, чтобы избежать термоудара. Все параметры пайки, включая время флюсования, сушки, высоты волны припоя, регулируются. Пайка одной платы длится две-три минуты.

**При наличии мощных автоматических линий часть технологических**

**операций: установка кристаллов, отдельные монтажные операции, визуальный контроль – выполняются вручную. Их сложно автоматизировать?**

**В.К.** Ручной труд – компромисс между эффективностью и стоимостью производства. Так как текущие объемы производства у нас – несколько десятков тысяч дисплеев в месяц, нам вполне хватает производительности ручной установки кристаллов и визуального контроля готовых изделий. При этом большинство печатных плат, которые мы собираем, несложные, и их легче инспектировать под микроскопом, чем применять автоматические системы. У нас есть система автоматической оптической инспекции (АОИ) Orbotech, которая в свое время очень хорошо себя показала на крупносерийной сборке плат АОНов. Но для мелкосерийного и многономенклатурного производства автомат слишком сложен в настройке. Время и ресурсы, требуемые для обслуживания АОИ, перевешивали для нас ее преимущества при небольших партиях.

**Как обеспечивается качество ЖКИ?**

**С.Г.** Качество готовой продукции начинается на складе комплектующих. Мы не занимаемся постоянным входным контролем компонентов. Тщательно проверив качество комплектующих от каждого поставщика, мы в дальнейшем доверяем им и запускаем производство без входного контроля. Конечно, если будет обнаружен брак, и его причиной окажутся компоненты, мы проверим их все и примем соответствующие меры.

Во время сборки индикаторов выполняется визуальный и функциональный контроль. Кристаллы осматриваются на предмет сколов и царапин, проверяется качество разварки. На испытательном стенде проверяется работа контроллера. После заливки и сборки индикаторов они еще раз проходят функциональный контроль, на этот раз монтажник смотрит, все ли сегменты индикатора работают и все ли символы отображаются. Каждая операция с ЖКИ



фиксируются в журналах, так что всегда можно проследить путь изделия на производстве.

Некоторые модели наших ЖКИ рассчитаны на работу при низких температурах. Все климатические и прочие испытания проводятся только во время разработки новых изделий. Отработав конструкцию индикатора и отладив технологический процесс, мы уверены в том, что серийные изделия соответствуют заявленным требованиям. Конечно, мы можем испытывать каждое изделие в климатических камерах так же, как это делают при производстве специальной электроники, но в этом случае стоимость наших индикаторов стала бы неприемлемо высокой. Тем не менее, мы можем проводить дополнительные испытания изделий по требованию заказчика.

### Насколько эффективен такой подход к качеству продукции?

С.Г. Основной показатель, по которому мы можем оценить качество наших ЖКИ – возвраты дефектной продукции. В среднем, доля возвращенных из-за дефектов изделий составляет около 0,01% от всей произведенной продукции. Мы считаем, что это очень хороший показатель. Конечно, бывают случаи возврата из-за того, что заказчик не соблюдал условия эксплуатации ЖКИ и повредил их; однажды нам "вернули" индикаторы китайского производства. Но все это никак не связано с качеством нашей продукции. Многие организации закупают у нас партии в десятки тысяч штук и не возвращают ничего. А потом снова размещают у нас заказы на ЖКИ. По-моему, это лучшее свидетельство высокого качества нашей продукции.

### Каковы особенности заказного производства ЖКИ?

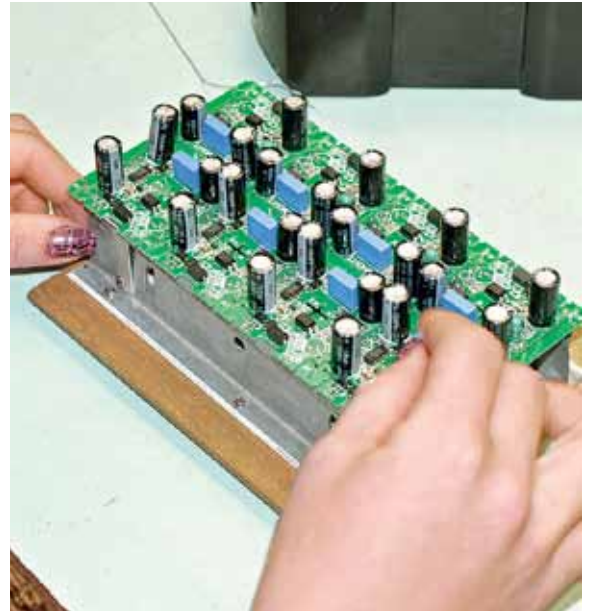
С.Г. Любой заказ начинается с технического задания. Мы просим заказчиков описать то, что ему требуется: тип ЖК-панели, напряжение питания, метод управления и т.д. Также нам нужен чертеж или эскиз верхней



Участок ремонта. Используется "воздушный паяльник" собственного изготовления

панели. Но в отличие от контрактных заказов на сборку печатных плат, случается, что заказчики не очень хорошо понимают, что им требуется, не всегда могут самостоятельно подготовить техническую документацию. Поэтому мы всегда готовы помочь, объяснить, что и как можно сделать, а что – нельзя. Мы показываем заказчикам наше производство, объясняем технологические процессы и готовы ответить на любые вопросы, проходя в итоге к наиболее рациональному решению. На нашем интернет-сайте действует форум, где все желающие могут получить консультацию по нашим продуктам. Мы считаем, что в такой тесной работе с клиентом заключается одно из наших конкурентных преимуществ.





Участок ручного монтажа. Сборка источников питания

Каких-либо ограничений на заказы у нас нет. Мы готовы взять любой разумный заказ, будь то готовый ЖКИ, собранный из наших либо сторонних компонентов, или стекло без контроллера. Отказываться нам приходится, только если нас просят сделать что-то совсем нереальное, вроде ЖКИ размером метр на полтора. Если нам не хватает технологий, мы заказываем выполнение некоторых операций у партнеров в СНГ и за границей. Например, заказанные в Китае стекла мы можем отправить в Минск, где на них устанавливают контактные выводы. В Китае мы также заказываем индикаторы высокого разрешения, изготовленные по технологии "чип на стекло", которой мы, на сегодняшний момент, не владеем.

#### Что мешает освоить новые технологии и производить ЖКИ полностью из российских комплектующих?

**С.Г.** Мы можем наладить производство ЖКИ в России, полностью из отечественных компонентов, но при одном условии: если на них будет спрос. Ведь ни одно предприятие не может работать себе в убыток. Беря заказы, мы выстраиваем производственные цепочки так, чтобы это было выгодно всем. Нам несложно организовать производство стекол для индикаторов; но окупится оно, только если спрос на стекла будет

раз в 10 больше, чем сейчас. По этой же причине мы не можем осваивать производство, скажем, сенсорных панелей. Да, такие изделия нужны российскому рынку. Но мы не можем рисковать, инвестируя крупные средства в создание принципиально нового производства: нужно осваивать новые технологии, разрабатывать контроллеры, и все это может оказаться напрасным из-за того, что спрос на индикаторы будет меньше расчетного. Да и текущие объемы производства – это не предел для нас. "МЭЛТ" может производить гораздо больше ЖКИ, был бы спрос.

\*\*\*

Действительно, был бы спрос – видимо, это ключевой момент в вопросах развития национального производства и "импортозамещения". А компании, способные производить качественную продукцию, в России есть. И пример ООО "МЭЛТ" – яркое тому подтверждение. В очередной раз подчеркнем – этот производитель, работающий на открытом рынке, уже многократно доказал свою компетентность в вопросах массового выпуска качественной продукции. Господа, размещающие крупные заказы, реализующие государственные программы модернизации радиоэлектронной отрасли, – обратите на него самое пристальное внимание! ●

