

Концепция развития российского производства печатных плат

Аркадий Медведев,
профессор МАИ, д. т. н.

medvedevam@bk.ru

Петр Семенов

Petr.Semenov@ostec-smf.ru

Почему печатные платы?

Печатные платы и монтажные подложки — физическая основа электрических межсоединений в электронной технике.

Микроэлектронные системы постоянно развиваются: происходит рост интеграции, производительности и функциональности. Процесс развития состоит в увеличении плотности размещения активных элементов на кристалле примерно на 75% в год; это, в свою очередь, вызывает увеличение плотности выводов на корпусе на 40% в год, а вслед за тем возникает необходимость в увеличении плотности межсоединений в монтажных подложках. Таким образом, рост интеграции микросхем сопровождается стремлением уменьшить их дезинтеграцию при переходе на очередной иерархический уровень: кристалл — микросхема — монтажное поле микросхемы — электронный модуль (печатный узел) — электронный блок — системный блок...

Плотность монтажа электронных компонентов растет примерно на 8% в год, и за счет этого физические размеры электронной аппаратуры уменьшаются на 20% в год. Эта тенденция поддерживается непрерывным развитием технологий печатных плат и микросборок, так что в современном мире обновление производства происходит каждые 3–5 лет. Ежегодное обновление основных фондов в угоду освоения новых технологий происходит в объемах примерно 10% в год.

Развитие технологий печатных плат применительно к высоко развитым функциональным системам идет в направлении многослойности, введения трехмерных структур межсоединений, уменьшения размеров элементов межсоединений в многослойных структурах, обеспечения требований электромагнитной совместимости, введения элементов кондуктивного теплостока, обеспечения скорости передачи сигналов для увеличения производительности цифровых систем и реализации СВЧ-структур.

Особенности российского производства печатных плат

Определяя свое положение на международном рынке разделения труда, россиянам приходится оглядываться и на Запад, и на Восток, чтобы правильно сориентироваться и использовать свои несомненные преимущества. Назовем основные преимущества российских производителей электроники:

- У нас сохранился еще инженерный потенциал, эти специалисты способны поднять и освоить в производстве любые сложные технологии.

- В России относительно дешевые энергоресурсы и малые трудозатраты.

При создании собственного производства необходимо решить два вопроса:

- На какой технический уровень ориентироваться?
- На какой объем реализации собственной продукции можно рассчитывать?

Первый и второй вопрос взаимосвязаны, так как востребованность в печатных платах определяется не столько их ценой (она ничтожна в общей цене изделия), сколько в возможностях производства высокотехнологичных продуктов с высоким уровнем надежности. Российская действительность характерна тем, что технологическое обеспечение надежности гарантируется только при строгом надзоре за производством. При изготовлении плат на стороне этот надзор осуществлять невозможно. Мало того, при появлении отказов результаты их анализа могут быть использованы производителем как информация, но не как директива к ликвидации причин отказа.

Многие российские контрактные производители печатных плат, характеризуя свои предприятия, зачастую завышают их возможности для привлечения заказчиков. Часть из них выполняют оборонные заказы. Их немного, и они известны. Остальные — поставщики плат из Юго-Восточной Азии или из Европы. Среди зарубежных предприятий заказы из России принимают только предприятия, ориентированные на ширпотреб с ресурсом изделий на 3–5 лет. Предприятия, работающие на свои оборонные заказы, заказы из нашей страны не принимают. Те же, что работают на Россию, выпускают продукцию, которая имеет низкий уровень надежности в экстремальных условиях внешних воздействий.

Сегодня в России существует дефицит производителей сложных многослойных ПП 4–5 класса точности, особенно многономенклатурных заказов со штучными объемами по каждой позиции.

Итак, подведем итоги по состоянию рынка:

1. Профессиональные контрактные производители настроены на определенную технологию, дающую максимальную производительность при минимальных затратах. Сроки соблюдаются, уровень качества — «потребительский».
2. Предприятия, занимающиеся выпуском спецтехники, в первую очередь заняты проблемами собственного производства. Сроки под вопросом (приоритет отдается собственным заказам). Качество ПП, изготовленных по заказу, требует входного контроля у заказчика.

Целесообразность создания отраслевых производств печатных плат в России

Собственное отраслевое производство — предпочтительный вариант, если учитывать неопределенность и неустойчивость современного рынка печатных плат и электронных модулей.

Положительные стороны создания собственного производства:

- возможность управления собственными ресурсами для минимизации производственных затрат и времени вывода изделий на рынок; возможность управления качеством и надежностью изделий применительно к собственным задачам;
- быстрая реакция на потребности разработчиков аппаратуры, возможность срочного внесения изменений, проведения экспериментальных проработок;
- выпуск изделия любыми партиями и в любой очередности; оперативное реагирование на изменения рыночной конъюнктуры, быстрая перестройка производства под новые задачи.

Что касается организаций, ведущих разработку новых изделий, то для них важно иметь возможность оперативного внесения изменений в конструкторскую документацию при первом изготовлении и наладке изделия. Как правило, любой проект проходит несколько итераций, и размещение заказов на экспериментальные изделия обходится дорого. Если учесть, что на взаимоотношения между авторами проектируемого изделия и изготовителем существенно сказываются бюрократические препоны, свойственные России, можно понять, насколько тормозится продвижение проектов на рынок или выполнение госзаказов.

Поэтому разрабатывающие организации испытывают значительные неудобства в размещении заказов на изготовление изделий, особенно сигнальных образцов, на стороне: если для подтверждения очередного варианта проекта нужно 2–3 образца платы одного типа, то приходится оплачивать заказ на групповую заготовку или партию объемом в 50–100 шт., что на самом деле оборачивается серьезными издержками.

Второе обстоятельство — различия в подходах к технологическому обеспечению качества и надежности межсоединений на печатных платах. Известно, что на них приходится примерно 30% отказов. Это обусловлено тем, что для выполнения заказа ответственного назначения никакой сторонний производитель не будет перерабатывать технологический и производственный процессы. Как правило, контрактные производители настраивают свое производство на снижение себестоимости своей продукции, и часто это плохо сказывается на качестве плат. При обнаружении отказа аппаратуры «по вине» плат вы не сможете провести мероприятия по устранению причин в процессе производства, а значит, не сможете обеспечить нужный вам уровень надежности аппаратуры.

Третье обстоятельство — фактор взаимоотношений со сторонним изготовителем, то есть

соблюдение сроков выполнения заказов. Это особенно важно, когда размещенный на стороне заказ идет на комплектование более сложного комплекса, и несвоевременность поставок от стороннего изготовителя может привести к существенным временным и финансовым издержкам.

Четвертое обстоятельство — наличие госзаказов с соответствующей приемкой. Для выполнения таких заказов необходимо контролировать выполнение особо важных операций, поэтому на предприятии нужно иметь приемку с делегированными ей функциями в интересах вашего ведомства. Если этого нет, то аттестация готовой платы весьма затруднительна даже при наличии тестирующего оборудования. Требуется оборудование для климатических испытаний, а также необходимы дополнительные трудозатраты для проведения приемосдаточных и периодических испытаний, для входного контроля. При строгом отношении к качеству плат, изготовленных на стороне в неизвестных для вас условиях, без вашего сопровождения, они становятся дороже, а качество — как говорится, «кот в мешке».

Еще одна из причин — это стремление к сохранению схемных и конструкторских решений в секрете от возможных конкурентов, поскольку некоторые (в частности, китайские) фирмы, выполнив контракт по сборке партии печатных узлов (особенно если он включал в себя еще и контракт по изготовлению плат), вскоре налаживают собственное производство таких же (или несущественно отличающихся от них) изделий.

Для справедливости нужно оговорить и отрицательные стороны организации собственного производства: большие начальные затраты, трудности в организации производственного процесса, комплектование и обучение персонала, налаживание бесперебойных поставок базовых и расходных материалов, комплектование, их складирование в надлежащих условиях, входной контроль, оснащение лабораторий для испытаний изделий по общепринятым стандартам. Сторонние изготовители снимают с вас большую часть этих проблем. Однако вы лишаетесь возможности оперативного управления производством собственных изделий и отдаете часть своей прибыли стороннему изготовителю. Большинство же этих проблем решаются при обращении к инженеринговой компании.

Здесь уместно отметить опыт корпорации «Алмаз-Антей» в части размещения заказов на изготовление печатных плат и сборочных монтажных работ у сторонних изготовителей. После нескольких лет такой работы корпорация организовала собственное базовое производство печатных плат (ПП) и сборочно-монтажных работ. В качестве базового предприятия для производства ПП был определен цех ОАО «Рязанский завод «Красное Знамя»», входящего в корпорацию, который по своему оснащению и организации производства существенно отставал даже от среднего уровня российских производителей. Для переоснащения производства ПП и разработки технологического проекта был выбран коллектив специали-

стов компании «Остек-Сервис-Технология». В течение одного года с момента первого авансового платежа по первой очереди модернизации цех был запущен в эксплуатацию, принят комиссией корпорации «Алмаз-Антей» и в настоящее время уже выпускает МПП по высоким проектным нормам. Одновременно по рекомендации комиссии цех приступил ко второй очереди модернизации производства ПП.

Оценка сегментов рынка

Рынок электронной продукции делится на три области, в которых методы достижения успехов сильно отличаются.

Область потребления электроники, недоступная или мало доступная зарубежным конкурентам, — закрытые или полужакрытые рынки, связанные с безопасностью: военная техника, ядерная энергетика, различные системы охраны и безопасности, специальная связь, электронная и физическая защита информации, продукция, изготавливаемая по специфическим российским стандартам, связанным, например, с климатическими условиями.

Можно сказать, что эта часть рынка в России растет. И она будет расти в связи с предстоящим увеличением военного бюджета. Сегодня на нее приходится приблизительно 20–25% всей электроники, производимой в нашей стране.

Основные требования к производителям этой электроники — высокое качество и надежность продукции. Из-за отсутствия конкуренции они могут устанавливать высокую норму прибыли, поэтому им не нужно снижать себестоимость продукции. Нет острой необходимости совершенствовать ее, строить каналы сбыта, вести рекламную кампанию, изучать спрос потребителей, то есть делать все то, что заставляет компанию развиваться. Однако при исчезновении государственного протекционизма эти компании теряются в условиях рыночных отношений, проигрывают конкурентам и могут вообще исчезнуть с рынка, если не успеют перестроить методы ведения бизнеса и избавиться от излишних издержек.

Массовое производство электроники сосредоточено за рубежом. Российским производителям приходится жестко конкурировать с импортной продукцией. Здесь доминируют иностранные транснациональные компании. Те компании, которым удастся удержаться в этой области внутреннего рынка, конкурируя с иностранными компаниями, рано или поздно могут выйти и на зарубежные рынки.

Область инноваций — создание новой электроники, потребительские качества которой существенно отличаются от продукции массового производства. Здесь нужно либо предугадывать, либо создавать спрос. В данной области ценятся: нестандартность мышления, умение создавать творческие группы и управлять ими и вера в успех. Это как раз то, что недостает отечественным разработчикам, особенно скорости разработки. Кроме того, сегодня в России нет достаточных ресурсов для серьезных разработок и постановки новых изделий на производ-

ство. Однако к заметному изменению качества товаров, улучшению их функциональности наши компании готовы уже сейчас.

Разрабатывая стратегию развития своих компаний, руководители должны определить степень своего присутствия на закрытых, конкурентных и инновационных рынках. Считается, что лучшим было бы соотношение 20/70/10.

Базовые технологии печатных плат

Можно выделить несколько уровней технологий, на которые ориентируется рынок оборудования, материалов и инструмента.

Односторонние печатные платы

Технологические принципы изготовления не изменились за десятки лет. Сегодня предпочтительно изготавливать платы с рисунком на двух сторонах без металлизации сквозных отверстий. Современные принципы производства односторонних плат состоят в его полной автоматизации, что делает цену односторонних плат соизмеримой с ценой базового материала. Автоматическая конвейерная линия может за неделю работы обеспечить годовой объем массового производства телевизоров или магнитофонов. При этом минимизируется влияние человеческого фактора на процесс производства. Оператор только устанавливает программу изготовления плат по конкретному заказу.

В формировании рисунка используется трафаретная печать, отверстия штампуются, металлизация отверстий отсутствует, для переходов используют формованные одножильные провода. Финишное покрытие — горячее лужение, гарантированно сохраняющее паяемость в течение нескольких лет.

Двусторонние печатные платы

В их производстве добавляется операция металлизации сквозных отверстий. При формировании рисунка используются фотолитографические процессы.

Платы силовой электроники, как правило, изготавливаются по технологии двусторонних плат. Но для формирования силовых цепей применяется толстая фольга, требующая прецизионного травления. Это обуславливает использование специального оборудования и технологий травления рисунка.

Платы на металлическом основании

Как правило, это платы на алюминиевом основании с глубоким анодированием или теплопроводящим полимерным покрытием. Это обуславливает своеобразие их изготовления и последующего монтажа компонентов в условиях мощного теплоотвода.

Четырехслойные печатные платы

Добавляется операция прессования слоев. В остальном производство не отличается от производства двусторонних печатных плат. По стоимости эти платы соизмеримы с двусторонними, но имеют многослойную структуру: внутренние слои используются для цепей «земли» и питания, наружные — для сигнальных проводников.

Многослойные печатные платы

Соединение слоев в трансверсальном направлении осуществляется через металлизацию сквозных отверстий. В технологию добавляется система пространственного совмещения элементов межсоединений в трехмерных структурах. Эта технология, признанная базовой, требует использования материалов с большой размерной устойчивостью и дорогостоящего прецизионного оборудования. В многослойных структурах используют распределение функций слоев: наружные слои — монтажные, потенциальные слои одновременно играют роль высокочастотных экранов, сигнальные слои — линии связи. Многослойные платы наиболее широко используются в электронных устройствах с плотной компоновкой элементов, что в свою очередь требует усиленного теплоотвода. Введение в многослойную структуру плат теплоотводящих слоев решает эту проблему.

Гибкие и гибко-жесткие платы

Они дают возможность создавать трехмерную структуру межсоединений без использования жгутового (проводного) монтажа и гибкие межсоединения в подвижных системах.

Технология гибко-жестких плат своеобразна введением в многослойную структуру слоев на гибком основании, продолжающих себя в другой многослойной плате, так что между двумя жесткими платами образуется гибкая связь.

Многослойные печатные платы с послойным наращиванием

В этой технологии используются многослойные платы в качестве основания, на которое последовательно наращиваются слои (чаще из полиимида). Эти платы вынужденно используют в компактных устройствах мобильной связи, цифровых фотокамерах и видеоприборах, карманных компьютерах и других подобных устройствах. Плотные монтажные поля микросхем в корпусах типа BGA и пассивные компоненты размером с маковое зернышко могут найти возможность межсоединений только на монтажных подложках из многослойных плат с послойным наращиванием.

СВЧ-платы

Они отличаются использованием базовых материалов, требующих особой обработки. Необходимость в таких материалах обусловлена обеспечением малых диэлектрических потерь на очень высоких частотах. Как правило, используются нейтральные диэлектрики типа фторопласта и ему подобных. Такие диэлектрики, в силу их нейтральности, имеют очень низкую адгезию к покрытиям. Сформировать на них металлический рисунок крайне трудно. Поэтому в технологию изготовления СВЧ-плат входят специальные операции подготовки поверхности.

Кроме того, СВЧ-платы содержат активные элементы, формируемые печатной схемой (излучатели, резонаторы, колебательные контуры, трансформаторы и т. д.). Поэтому

точность воспроизводства этих элементов — одно из главных требований к СВЧ-платам.

Российское производство печатных плат своеобразно привержено к устройствам большой сложности, в которых используются и будут использоваться многослойные структуры. Тем не менее можно выделить специализацию плат для различных устройств:

- Односторонние печатные платы — бытовая техника.
- Двусторонние печатные платы — цифровая и аналоговая бытовая техника.
- Платы силовой электроники — блоки питания электронной аппаратуры, силовые блоки автоматики.
- Многослойные печатные платы с металлизацией сквозных отверстий — платы специальной техники.
- Многослойные платы с послойным наращиванием — мобильные электронные устройства, навигационная аппаратура.
- СВЧ-платы — радары, СВЧ-аппаратура, фазовые антенные решетки и др.

Стоимостное распределение рынка по технологиям печатных плат показано на рис. 1.

При разных условиях использования печатных плат (рис. 2) предъявляются различные требования к их свойствам (табл. 1).

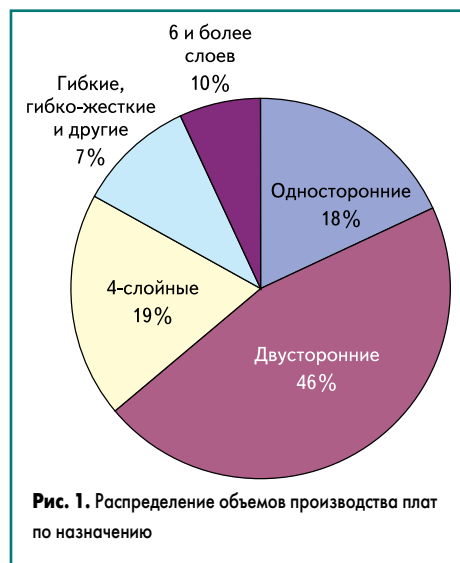


Таблица 1. Условия использования ПП и требования к их свойствам

Сегмент рынка	Цена	Качество изготовления ПП	Регулярность и сроки поставки	Быстрая реакция на изменяющиеся потребности заказчика
Промэлектроника	неважно	очень важно	важно	важно
Военная электроника	неважно	очень важно	важно	неважно
Телекоммуникации	неважно	важно	важно	неважно
Автоэлектроника	важно	очень важно	очень важно	неважно
Бытовая электроника	очень важно	важно	очень важно	важно
Прочее	неважно	важно	важно	важно

Наибольший рост наблюдается в производстве гибких печатных плат. В 2008 году это увеличение составило 70%. Примечательно, что гибкие платы и кабели все в большей мере вытесняют жгутовой монтаж, вплоть до того, что, научившись делать гибкие платы длиной до 8 м, ими стали заменять проводные жгуты в автомобилях и даже в автобусах.

Производство электроники в России

Структура использования ПП в мире складывается следующим образом. 30–32% ПП используется в телекоммуникации, около 30% — в вычислительной технике, 10–12% — в бытовой технике, 6–8% — в военной электронике, 7–8% — в автомобильной промышленности, 5–6% — в медицинской технике.

В России распределение ПП по сферам применения несколько другое:

- военная электроника — 20–25%;
- системы безопасности и контроля доступа — 10–15%;
- телекоммуникации: гражданские и военные — 20–25%;
- автомобильная электроника — 10–15%;
- вычислительная техника, контроллеры — 17–21%;
- медицинская аппаратура — 7–10%;
- бытовая электроника — 7–10%;
- прочие — 10–15%.

Закрытое производство

Производители оборонной продукции лишены возможности заказывать ПП за пределами России, и именно в рамках ВПК сохранились крупные производства ПП. Предприятия этой группы подчинены Роспромторгу (управления авиационной промышленности, радиоэлектронной промышленности и систем управления, судостроительной промышленности), Роскосмосу и Росатому. С образованием холдинговых структур в системе управления оборонными предприятиями увеличились инвестиции в основные средства и, в первую очередь, производства ПП. Все реализованные и заказанные проекты касаются модернизации производства ПП с целью поддержания работоспособности и улучшения технических показателей готовой продукции. При модернизации расчет экономической эффективности, как правило, не производится, соответственно, не считаются прямые издержки и косвенные затраты. Себестоимость продукции определяется исходя из допустимой продажной стоимости. За последние 5 лет в рамках оборонного комплекса создано одно новое производство (не запущено из-за проблем с очистными сооружениями) и про-

ведена полная модернизация десятка производств. Все остальные ведут модернизацию за счет собственных средств и выполняемых НИОКР. Можно выделить следующие основные характеристики этой группы производителей печатных плат:

- производительность на уровне мелкосерийного производства 2–3 кв. м печатного монтажа в час;
- неприспособленность для выпуска массовой продукции;
- производство в соответствии с требованиями военной приемки, а значит, со значительными накладными расходами при полном пренебрежении экономической эффективностью;
- отсутствие гражданских заказов, контрактное производство только для предприятий оборонного комплекса.

Тенденции, которые просматриваются в этой закрытой области производства, состоят в стремлении компаний обеспечить свою самодостаточность. Именно поэтому предприятия этой группы стараются найти средства на переоснащение производства ПП.

Контрактное производство

Частные производства, предоставляющие услуги контрактного производства ПП, представлены едва ли десятком предприятий по всей России. Как правило, они предоставляют услуги контрактного производства ПП в соответствии с техническими требованиями и условиями заказчиков.

- Указанные предприятия характеризуются:
- производительностью на уровне серийного (5–8 кв. м ПП в час) и мелкосерийного производства;
 - хорошей технической и технологической подготовкой производства;
 - наличием квалифицированного персонала;
 - эффективной системой экономического управления, позволяющей выдерживать конкуренцию с азиатскими производителями;
 - наличием развитого корпоративного управления, обеспечивающего адекватную оценку рынка, привлечение заказов, снабжение производства, динамичное ценообразование;
 - минимумом непроизводственных издержек, что позволяет иметь накладные расходы на уровне 40%.

Таблица 3. Структура импорта ПП

Вид плат	Страна-экспортер	Причина
Односторонние печатные платы для бытовой техники	Китай, Корея	Дешевизна и высокая дисциплина исполнения
Двусторонние печатные платы для автоматических сборочно-монтажных линий	Тайвань, Китай	Соответствие специфическим требованиям (отсутствие коробления, особая конфигурация монтажных элементов и т. д.)
Многослойные печатные платы HDI	Германия, Канада	Высокие проектные нормы и высокое качество

Таблица 2. Оценка себестоимости \$/кв. дм

Виды плат	Россия	Европа	Китай
Односторонние	0,56	–	0,55
Двусторонние	0,95	2,4	0,9
Многослойные (6 слоев)	2,6	8,6	1,9

Местоположение российского производства печатных плат можно охарактеризовать, сравнив оценки себестоимости (табл. 2).

Судя по данным, приведенным в таблице 2, производство ПП в России можно считать рентабельным при условии минимизации непроизводственных издержек. Однако из-за нехватки производственных мощностей и недостаточно высокого технического уровня отечественные предприятия не могут полностью удовлетворить внутренние потребности страны. Дефицит ПП погашается импортом. Структура импорта ПП представлена в таблице 3.

Но есть и организационно-технические причины размещения заказов ПП за рубежом, связанные с состоянием отечественного производства, которое можно охарактеризовать следующим образом:

- моральная и физическая изношенность основных фондов;
- отсутствие современной нормативной базы;
- низкая дисциплина исполнения заказов;
- недостаточный уровень качества, не соответствующий современным требованиям;
- недостаточный технический уровень, не соответствующий современной элементной базе и потребностям по нормам проектирования.

Ряду предприятий, прошедших первый этап модернизации по обновлению основных фондов, недостает лишь ресурсов управления для устранения чисто организационных причин неустойчивого позиционирования на рынке печатных плат.

Стратегией Минпромторга определены следующие направления развития российской электроники:

- продукция военно-технического назначения;
- система цифрового телевизионного вещания;
- навигационная система;
- система радиочастотной идентификации;
- автомобильная электроника;
- системы телекоммуникаций.

Решение этих задач связано с 10-кратным увеличением объемов высокотехнологического производства печатных плат. Сегодняшний уровень производства ПП оценивается как 50 кв. м в час. Необходимо построить новые производства с суммарной проектной мощностью 500 кв. м в час. Объем инвестиций в такое развитие оценивается более чем в 60 млрд руб.

При этом нужно иметь в виду, что высокотехнологичное производство печатных

плат неизбежно сочетается с большими производственными мощностями — с высокой производительностью. Это связано с высокой ценой комплекта высокотехнологического оборудования. Чтобы обеспечить своевременный возврат капиталовложений в это оборудование, его намеренно делают высокопроизводительным и максимально автоматизированным. Амортизационные отчисления в таком производстве позволяют обновлять парк оборудования каждые 3–5 лет. Это дает возможность своевременно обновлять производство, чтобы поддерживать их на должном конкурирующем уровне.

Исходя из этой особенности высокотехнологичное производство ПП следует строить в расчете на большие производственные мощности, так что требуемую проектную мощность нужно разместить на 5–6 предприятиях, примерно по одному на каждую отрасль, где активно используется электронная техника.

Одна из основных ошибок российских предприятий, производителей печатных плат, — это попытка охватить на одном производстве весь спектр печатных плат, как по классам плотности, так и по объемам выпуска. К сожалению, чаще всего это связано с отсутствием должного финансирования, глубокой маркетинговой проработки рыночной ситуации и, как следствие, с отсутствием концепции реконструкции. Закупка единичных дорогостоящих позиций оборудования не даст необходимого эффекта ни по объему, ни по качеству выпускаемой продукции, если в той же технологической цепочке работают морально и физические устаревшие машины и технологии. Любое предприятие, предполагающее сохранить и развивать производство печатных плат, в первую очередь должно определить свою позицию на рынке, как по серийности, так и по уровню сложности продукции. Если нет возможности провести полную реконструкцию производства в короткое время, необходимо выработать единую стратегию на долгосрочную перспективу и планомерно реализовывать намеченный план.

У российской индустрии печатных плат есть хорошие перспективы. Анализ ситуации на рынке создает впечатление, что в течение ближайших 5 лет изменятся не только объемы, но и структура производства печатных плат в России. Это связано с тем, что страны ЮВА приближаются к пику своих экспортных производственных возможностей. Китай и страны ЮВА, конечно, останутся основными производителями печатных плат в крупных и массовых сериях, а экспортная доля средне- и мелкосерийного производства будет иметь тенденцию к снижению. Перед странами Западной Европы в области производства печатных плат стоят две проблемы: во-первых, это высокая стоимость рабочей силы и, во-вторых, проблемы экологии. Уже сегодня европейские поставщики оборудования, технологий и материалов включают в сферу своих интересов страны Восточной Европы — в первую очередь Чехию, Польшу, Венгрию, а в перспективе — Россию и Украину.

Инвестирование производства

Создание современного производства требует значительных инвестиций — до десятков миллионов долларов. Собственных средств для таких вложений у предприятий нет, долгосрочные кредиты недоступны, привлечение средств с фондового рынка за счет продажи акций мало реально. В таких условиях предприятия вынуждены искать инвесторов, готовые принять бизнес-планы развития производства и финансировать их реализацию.

Производство электронных модулей состоит из двух достаточно независимых процессов — производства печатных плат и сборочно-монтажного производства. Если рассматривать экономические аспекты этих двух этапов производства электронных модулей, то самым важным различием является сложившаяся на рынке разница в их рентабельности, в результате которой окупаемость сборочно-монтажных производств составляет 5–7 месяцев, а окупаемость производства ПП составляет не менее 3 лет и существенно зависит от применяемых технологий и выпускаемой номенклатуры. Такое различие связано с таможенной политикой, при которой ПП являются полуфабрикатом и растамаживаются по цене стеклотекстолита, а любая собранная печатная плата считается готовой продукцией и растамаживается по ставкам ввоза электронной продукции. Результатом этого стал отток заказов на производство ПП в Китай и страны Юго-Восточной Азии и бурный рост сборочно-монтажных производств в России.

Кого выбирать в партнеры?

Первый шаг в создании нового высокотехнологичного производства — выбор инжиниринговой фирмы, способной предложить комплексное решение и обеспечить максимальную открытость проекта. Выбирая фирму, заказчик рассчитывает найти профессиональный коллектив, способный гарантировать оптимальный вариант комплектования производства под заданные требования, качество оборудования с приемлемой стоимостью, соблюдение сроков поставок и пуска оборудования, обучение персонала и комплексный пуск производства. Хорошо, когда инжиниринговая фирма (исполнитель комплексного проекта производства) проявляет заинтересованность в снижении стоимости комплекта оборудования, уменьшении стоимости производственных затрат, обеспечении необходимого уровня качества и устойчивости производства, как если бы оно было его собственным.

Очень важным для заказчика при выборе инжиниринговой фирмы является оценка ее опыта, репутации, реализованных проектов. Только после проведения анализа всех этих факторов заказчик может с полной уверенностью приступить к модернизации действующего производства или организации нового.

Сегодня на основе анализа технических требований к готовой продукции, текущего состояния производства, расчета экономических показателей различных вариантов реализации

с учетом ограничений на желаемую стоимость проекта, пространство производственных помещений, состояния систем экологической безопасности их заказчики получают проект, оптимизированный по сформулированным критериям, включающий полный комплект технической, технологической и эксплуатационной документации. К поставке на российский рынок предложена широкая гамма совершенного оборудования и технологий, которая позволила им совершить впечатляющий рывок в производстве электронных модулей и получить конкурентные преимущества по соотношению цена/качество.

Реализуемый инжиниринговыми компаниями подход к развитию и становлению производств обладает несомненными конкурентными преимуществами для производителей по сравнению с использованием собственных проектов.

Базовые материалы

Требования современных технологий совершенно не удовлетворяются поставками отечественных производителей. Например, фольгированные материалы не отвечают современным требованиям: ни по качеству фольги, ни по качеству смолы (связующего), ни по качеству стеклоткани. Попытка создать отечественное современное производство фольгированных диэлектриков для многослойных плат в Бобровске не увенчалась успехом. Без должной экспертизы проекта вложенные средства были потрачены, по сути, впустую.

Проведенные на ГРПЗ сопоставительные испытания материалов зарубежных и отечественных поставщиков показали полную непригодность материалов российских производителей. В связи с этим в производстве специальной техники компании вынуждены использовать импортные материалы из Японии и Германии.

Дальнейшую политику использования импортных материалов можно представить следующим образом. По мере развития отечественного производства печатных плат ожидается устойчивость в потреблении материалов. Главное условие обеспечения поставок качественных материалов — их ритмичность. Тогда можно планировать развитие отечественного производства базовых материалов.

Первый этап

На первом этапе следует осуществить:

- Цивилизованный импорт с проведением тщательного входного контроля поступающего конструкционного материала с «примечкой 5».
- Организацию раскроя (обработки по контуру, включая чистовую обработку заготовок), переупаковки материалов после проведения входного контроля и отгрузки потребителю в соответствии с российскими ТУ.

По результатам первого этапа компании должны иметь:

- номенклатуру необходимых материалов;
- каналы доставки, согласованные с изготовителем (до заготовительного участка, производства);

- строжайший всеобъемлющий входной контроль материала (сырья), не зависящий от источника и потребителя;
- российские ТУ;
- контроль качества стратегического материала, поступающего по импорту.

Российские предприятия на время освоения производства отечественных аналогов получают доступ к стратегическим материалам, прошедшим входной контроль.

Второй этап

При достижении оборотов по продаже, достаточных для организации производства, — создание совместных компаний (с целью получения стратегического сырья, например, смолы, отвердителей, стекломатов и т. д., на время развития собственного производства) по производству стратегических материалов.

Третий этап

Полное импортозамещение.

Стандартизация

Состояние отечественной стандартизации неблагоприятно. Стоит только посмотреть на возраст ГОСТ, чтобы убедиться в этом. Даже те стандарты, которые помечены девяностыми годами, существенно не пересматривались. Заложенные в них решения относятся в лучшем случае к 1980-м годам. Это заставит нас отказаться от существующих отечественных стандартов и перейти на повсеместное использование международных, в частности, для нас — на стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК — IEC). К настоящему времени находятся в обращении 124 международных стандарта, охватывающие требования к печатным платам всевозможных конструкций, изготавливаемых по базовым технологиям, к электронным модулям — печатным узлам, к материалам для пайки и для всей номенклатуры материалов для печатных плат. Если бы эта система стандартов была принята к действию в РФ, в конструкторскую документацию вписывали бы требования по стандартам МЭК. Отечественные заводы, производящие материалы для электроники, вынуждены были бы руководствоваться стандартами МЭК, а не доморощенными ТУ, по которым у них совершенно отсутствует брак...

Стандарты МЭК являются основой национальных и региональных стандартов во всех странах, на них ориентируются и их используют в технических условиях производители электротехнических и электронных средств. Соответствие требованиям международных стандартов МЭК является в последнее время обязательным условием для участия в различных международных тендерах, при международной торговле. Ниже уровня этих требований работать нельзя. Если предприятия хотят иметь дополнительные конкурентные преимущества, они дополнительно используют корпоративные стандарты группы IPC, которые по уровню требований несколько выше МЭК.

Понятно, что стандарты МЭК, как и IPC, — богатейшая, сформированная международным

научно-техническим сообществом база знаний, в которой находят отражение современный уровень и тенденции развития прогрессивных технологий. И продвижение их на российский рынок — альтернатива безуспешным попыткам создания отечественной нормативной базы. Безусловно, нужно активизировать работу российских экспертов в международных организациях по стандартизации. Сейчас это невозможно, так как до сих пор мы не изучили весь 15-летний задел этой работы, и пока не создано полноценное российское сообщество специалистов по печатному монтажу, делегирующее свои обязанности комиссии экспертов ТК91 МЭК.

Кадровая политика

Катастрофическое старение кадров стало очевидным. Причем старение выражается не только возрастными категориями, но и отрывом персонала от современных требований производства электроники. Известно, что около 30% персонала не владеют элементарной компьютерной грамотой. И хотя это не обязательное качество химика-технолога или сборщика, само по себе это негативно сказывается на качестве электроники.

Обновление кадрового состава предприятий является одной из наиболее актуальных задач в обеспечении устойчивого развития отрасли. Новые высокотехнологичные производства для своего полноценного функционирования требуют совершенно другого подхода к формированию высококвалифицированных кадров. К сожалению, отечественные технические вузы не могут выпускать специалистов, готовых со студенческой скамьи приступить к профессиональной деятельности. «Мелом на доске не научишь технологиям». А предприятия предпочитают нанимать только готовых специалистов. Зарубежный опыт подсказывает, что при технических кафедрах вузов должны быть созданы учебно-производственные лаборатории с постоянно нарастающим технологическим и исследовательским оборудованием, позволяющим проводить на нем полноценные НИОКР по заказам предприятий.

Для вовлечения молодежи в конструкторско-технологическую деятельность нужно повысить оплату труда, ввести стипендиальную форму поощрения молодых специалистов. Это особенно важно на предприятиях ВПК, где сейчас в государственных контрактах до сих пор сохранены лимиты на основные финансовые показатели проектов, в том числе и на зарплату: от 12 000 руб. у военных до 23 000 руб. у ряда других организаций.

Специалистов высшей квалификации можно обучать и в научно-технических центрах.

Создание научно-технологического центра

Цель создания НТЦ — движение от идеи нового рыночного продукта через разработки новых технологий для его реализации, производство пробных партий для оценки привлекательности и конкурентоспособности

продукта — к продаже лицензий на массовое производство нового продукта и новых технологий. И наоборот — от новых технологий к новым продуктам.

Структура НТЦ:

- подразделение мониторинга рынка и генерации идей новых продуктов;
- дизайн-центр;
- подразделение технологических исследований;
- КБ специального технологического оборудования (СТО);
- вспомогательное производство — изготовление опытных партий СТО;
- подразделение программного обеспечения;
- основное производство;
- научно-образовательное подразделение.

В цивилизованном мире центрами разработки и распространения новых технологий являются технологические университеты (США) и научно-технические центры (Европа, Япония), инвестируемые на 70% из госбюджета.

Задачи современных российских НТЦ:

1. Мониторинг достижений науки, техники, развития производства и рынков (внутреннего и внешнего) в закрепленных секторах.
2. Генерация идей и разработка конструкций новых товаров.
3. Разработка постоянно обновляемых концепций развития технологий и их реализация.
4. Разработка специального технологического оборудования для реализации новых технологических принципов.
5. Постоянное обновление основного производства применительно к задачам реализации новых технологий и новых рыночных продуктов.
6. Выделение в каждом временном периоде важнейших направлений научных разработок, создание опытных и опытно-промышленных производств по поддержанию отечественных научно-технических разработок на уровне мировых или выше их.
7. Соизмеримо с имеющимися финансовыми ресурсами и потребностями рынка внедрение достижений науки и техники в виде технического перевооружения, реконструкции действующих производств, а также создание новых мощностей и продуктов.
8. Разработка принципиально новых схем размещения промышленных производств с выделением регионов с наиболее оптимальными условиями производства и поставки продукции на внутренний и внешний рынки.
9. Подготовка научных, инженерных, технических и рабочих кадров применительно к задачам перевооружения отрасли и расширения производственных мощностей.
10. Создание основ для разработки региональных стратегий (программы) диверсификации «умирающих» производств, находящихся в глубинных регионах России с высоким уровнем безработицы. Диверсификация должна происходить за счет расширения или создания новых производств. Для реализации региональных программ необходимо в значительной мере привлекать ресурсы предприятий, местных бюджетов и государственной поддержки.

Выводы

Производство продуктов электроники имеет устойчивые тенденции к росту с темпами, опережающими рост ВВП.

В России закрытый сегмент производства самодостаточен и развивается самостоятельно на основе бюджетного финансирования.

Производство массовой продукции монополизировано межнациональными корпорациями и государственного вмешательства не требует.

Наиболее развивающейся частью рынка являются продукция военного назначения; система цифрового телевизионного вещания; навигационная система, система радиочастотной идентификации.

Инвестиции в высокотехнологическое производство печатных плат применительно к требованиям современной и перспективной электроники составляют примерно 60 млрд руб.

Высокотехнологичное производство сопряжено с высокой производительностью. Поэтому целесообразно создавать крупные заводы по производству печатных плат — примерно по одному на отрасль или регион, где активно используются продукты электроники.

Наиболее быстрый путь обновления национальной системы стандартизации — переход на русские аутентичные редакции стандартов МЭК с последующей переработкой ряда из них в национальные стандарты, связанные с обеспечением безопасности государства.

Целесообразно в радиоэлектронном комплексе создать ряд научно-технологических центров, которые позволили бы поддерживать отечественную технологию, по крайней мере, на мировом уровне.

Необходимо принимать срочные меры по воспитанию новых кадров, соответствующих по квалификации современным и перспективным требованиям. При этом не приходится рассчитывать на вузовскую подготовку, поскольку профессорско-преподавательский состав отечественных вузов не владеет современными знаниями практических технологий производства электроники. В силу этого придется создавать школы послевузовского образования с привлечением специалистов из успешно развивающихся предприятий. ■