



## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вадим Гаршин

info@ostec-group.ru

Последние годы характеризуются внедрением новых технологий производства печатных узлов, гибридных интегральных схем, активной ЭКБ. Снижение себестоимости конечной продукции и повышение качества, надежности и функциональности изделия – вот основные задачи, над которыми постоянно работают мировые научно-исследовательские центры и производители. При этом большое внимание уделяется снижению веса и габаритов изделия. Именно эта работа постоянно стимулирует исследователей и производителей к тому, чтобы разрабатывать и внедрять все новые и новые технологии.

Примером может служить развитие технологий сборки печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры. В 40-80-е годы прошлого столетия активно использовался монтаж в отверстия, в основном это были ручная пайка и монтаж, изделия отличались достаточно большим весом и габаритами. Ситуация не менялась порядка 40 лет, после чего началась эпоха поверхностного монтажа. Начиная с 80-х годов, печатные узлы стали разрабатываться с применением компонентов поверхностного монтажа, и при их сборке начали широко применяться полуавтоматические и автоматические методы монтажа, а вес и габариты изделий уменьшились в 6-7 раз. Около пяти лет назад появилась новая технология – встраиваемые компоненты внутри печатных плат, печатный узел со сложной 3D структурой, в которой компоненты как дискретные, так и пленочные расположены внутри самих печатных плат (рис. 1). При этом уменьшаются вес и габариты изделия, и увеличивается его функционал. Наблюдается непрерывная технологическая гонка зарубежных производителей, в

которой Россия пока занимает роль наблюдателя.

Прогнозы зарубежных агентств, ассоциаций, работающих в области развития технологий производства печатных узлов, микроэлектроники (в том числе и гибридной) подтверждают все большее значение 3D-интеграции. Иными словами, идет новый технологический виток развития электронных компонентов.

Результаты отчетов компаний-производителей печатных плат позволяют с уверенностью говорить о том, что встраиваемые компоненты являются сегодня самой передовой технологией. В качестве примера приведем европейский завод по производству печатных плат Würth Electronics, занимающий третье место в мире по объему производства. Этот производитель работает над такими разработками, как встраивание оптических каналов внутри печатной платы с целью передачи на поверхность сигнала для обработки электрооптическим преобразователем (рис. 2), а также встраивание интегральных микросхем по технологии FlipChip внутрь печатных плат. На сегодняшний день эти технологии начинают активно применяться в производстве, и их уже активно используют, например, в Китае. В 2011 году завод Suntek, один из ведущих китайских производителей печатных плат, планирует начало массового производства печатных узлов со встроенными резисторами и конденсаторами. Что касается микросхем, в 2011 году планируется создание прототипов, а с 2012 года – массовое производство печатных плат со встроенными ИС. Таким образом, 3D-интеграция становится ключевым фактором технологического успеха. Это и печатные узлы, и гибридные интегральные схемы, и технологии 3D-MID (Molded Interconnect

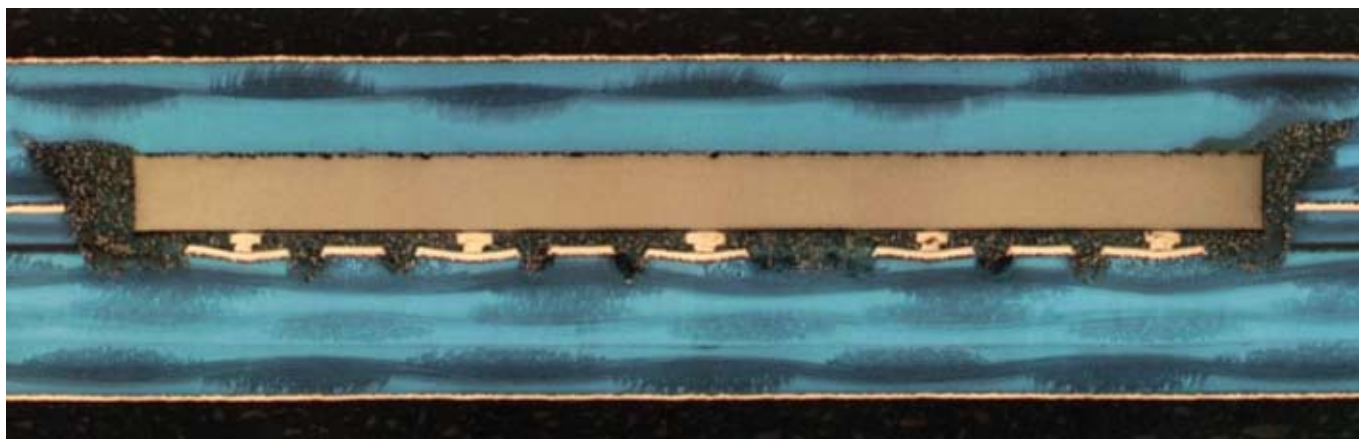


Рис. 1 Печатная плата с встроенной интегральной схемой

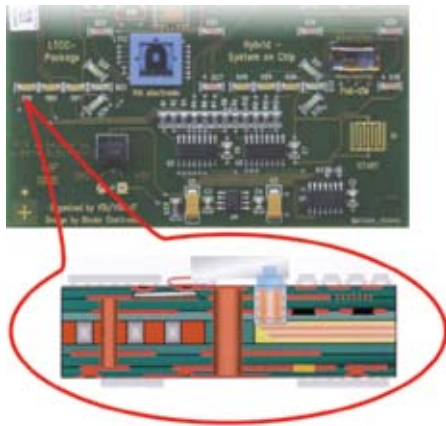


Рис. 2 Печатный узел с оптическим каналом и электро-оптическим преобразователем

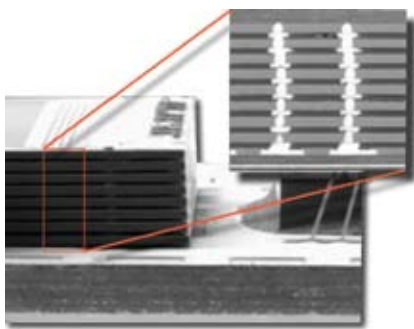


Рис. 3 3D-сборка модуля памяти на уровне кристалла

Devices, литые носители монтажных схем). Что касается последней - это достаточно новая технология, которая позволяет интегрировать механические и электронные компоненты в изделие из пластмассы. Цель 3D-MID технологии заключается в том, чтобы электрические и механические функции объединить в одной детали. К сожалению, пока подобные технологии практически не применяются в России. Еще один пример применяемых за рубежом современных технологий - 3D- интеграция на уровне полупроводниковых пластин. По оценкам зарубежных аналитиков, первый, кто сможет массово производить 3D интегральные схемы, будет иметь отличную возможность производить передовые продукты по сравнению с производителями, которые вынуждены идти по пути уменьшения размера топологии. В качестве примера - компания Samsung, являющаяся одним из лидеров на рынке цифровых носителей информации и активно внедряющая данные технологии для своих компонентов. Таким образом, можно сделать вывод, что 3D-интеграция становится одной из доминирующих технологий. Понятно, что для конкурентоспособной аппаратуры необходимо, чтобы электронные компоненты собирались по конкурентоспособным технологиям. В противном случае изделие не сможет составить конкуренцию. Что касается гражданской электроники, здесь, к сожалению, Россия

**Прогнозы зарубежных агентств, ассоциаций, работающих в области развития технологий производства печатных узлов, микроэлектроники (в том числе и гибридной) подтверждают все большее значение 3D-интеграции. Иными словами, идет новый технологический виток развития электронных компонентов**

значительно упустила позиции, поэтому крайне важно не допустить дальнейшего отставания в отношении производства спецтехники. Если посмотреть на ситуацию с внедрением новых технологий сборки в России - с начала перестроечных времен из всех технологий, активно применяющихся за рубежом, в отечественную электронику удалось широко внедрить только технологию поверхностного монтажа. В остальных областях есть только единичные примеры предприятий, имеющих серьезные технологические достижения. Например, ФГУП ГРПЗ реализовало сложный техпроцесс по производству многослойных печатных плат с соотношением диаметра отверстия к толщине платы 1/12, за что этот завод был награжден государственной премией (рис. 5). Если говорить о печатных узлах, мы научились собирать печатные узлы с высокой плотностью монтажа, как пример - предприятия ООО «Фаствел» и ФГУП «РНИИРС» ФНПЦ. Что касается гибридных схем, в России сегодня существуют предприятия, способные производить ЛТСС - это и ФГУП «РНИИРС», и ФГУП «НПП «Исток» и др.

Существует целый ряд технологий, по которым мы существенно отстаем. Прежде всего, это активная и пассивная элементные базы, гибридные технологии, производство жгутов проводов. К примеру, если говорить о жгутах проводов для производства спецтехники, к сожалению, на сегодняшний день мы используем технологии 30-40-летней давности, причем большая часть применяемых технологий осуществляются вручную - это и мерная резка, и выкладка жгута, и вязка жгута и так далее. Один из примеров применения устаревшей технологии в области маркировки - маркировка кембриком, в то время как весь мир уже давно использует оборудование лазерной маркировки проводов без повреждений и по всей длине изоляции.

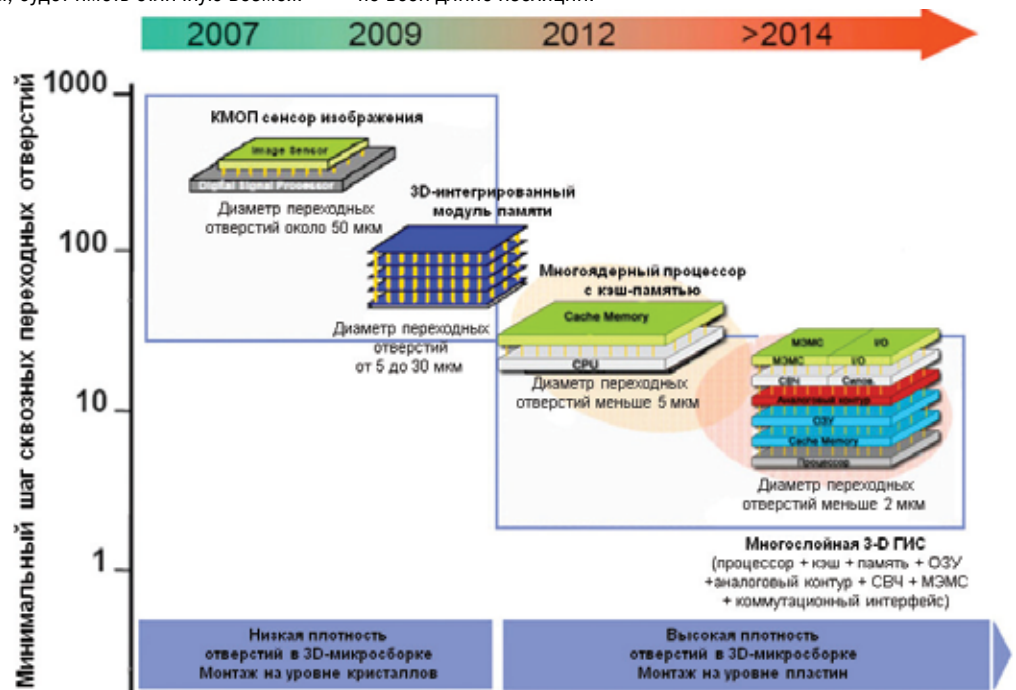


Рис. 4 Развитие 3D-интеграции

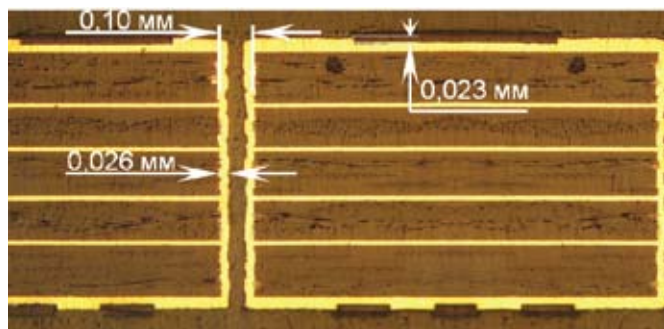


Рис. 5 Микршлиф печатной платы, изготовленной на ФГУП ГРПЗ

В связи с этим возникают следующие риски: во-первых, без применения современных технологий невозможно производить конкурентоспособную аппаратуру. Далее – возможны трудности с приобретением традиционных компонентов и материалов. Например, несмотря на то, что технологии поверхностного монтажа были внедрены в нашей стране достаточно давно, в полной мере они до сих пор не освоены. Еще один пример – бессвинцовая технология. Покрываются выводы, но отечественное производство к этому не готово, соответственно, производство ответственной аппаратуры невозможно, поскольку резко снижается надежность конечных изделий. Необходимо искать реальные пути выхода из сложившегося положения.

В отношении элементной базы в мире на сегодняшний день ведутся

активные разработки батарей, модулей памяти, антенн, транзисторов, резисторов, конденсаторов по пленочной технологии (рис. 6). Фактически, это означает, что возникнет вопрос закупки принципиально новых современных технологий размещения компонентов на платах и подложках, для которых потребуется соответствующее оборудование.

Несомненно, такой стране как Россия необходимо производить современную радиоэлектронную аппаратуру, но тут встанет вопрос: а на что нужно делать упор в первую очередь?

Если проследить развитие радиоэлектронной отрасли, то за последние 40 лет ситуация изменилась кардинальным образом. В 70-е гг. прошлого века это был государственный заказ, с 80-х по 2000-й уже заказ корпоративный, затем заказ на персональную электронику. Сейчас двигателем развития радиоэлектроники являются потребности общества - энергосбережение, медицина и так далее.

На сегодняшний день доля российской электроники на мировом рынке производства электроники составляет около 0,5%. По прогнозам, к 2020г. сегментация мирового рынка будет выглядеть так: порядка 95% будет составлять электроника гражданского назначения - промышленная, медицинская, автоэлектроника и т.д., и лишь



Рис. 6 Органические компоненты (память, дисплей и батарея, РЧИД-метка)

4% - электроника для военных нужд. Иными словами, постепенно происходит сокращение производства электроники военного назначения в процентном отношении, все большее внимание уделяется именно производству электроники для повседневных нужд общества. Соответственно, сконцентрировавшись только на секторах спецтехники, аэрокосмической отрасли, Россия уменьшит свою долю на мировом рынке в перспективе. В своем Послании Федеральному Собранию Российской Федерации Президент Д.А. Медведев обозначил пять основных направлений модернизации - энергоэффективность, ядерные технологии, космические технологии, медицинские технологии, информационные технологии, и если посмотреть, как эти направления соотносятся с сегментами мирового рынка - потенциал для российского рынка производства электроники в мире составляет порядка 810 млрд. евро в год. Это огромный рынок, и для того, чтобы получить максимальную долю необходимо понять как этого достичь.

**Пути повышения эффективности технологической модернизации радиоэлектронной промышленности связаны с решением задачи создания современных базовых технологий, решением задачи системного подхода к модернизации производственных мощностей интегрированных структур и создания условий для развития радиоэлектронной промышленности**

По оценкам зарубежных компаний, с точки зрения занимаемой территории, у России очень выгодное географическое положение. Фактически, это означает, что Россия находится в непосредственной близости от огромного рынка в 4 млрд. человек. Это и Китай, и Индия, и Средняя Азия, а также Европа и север Африки. В последнее время все больше японских и китайских производителей

приезжают в Россию для того, чтобы открыть свои производства, поскольку они хотят максимально приблизиться к конечному потребителю на российском рынке. Потому и России необходимо работать глобально, повышать свой технологический уровень, если мы хотим

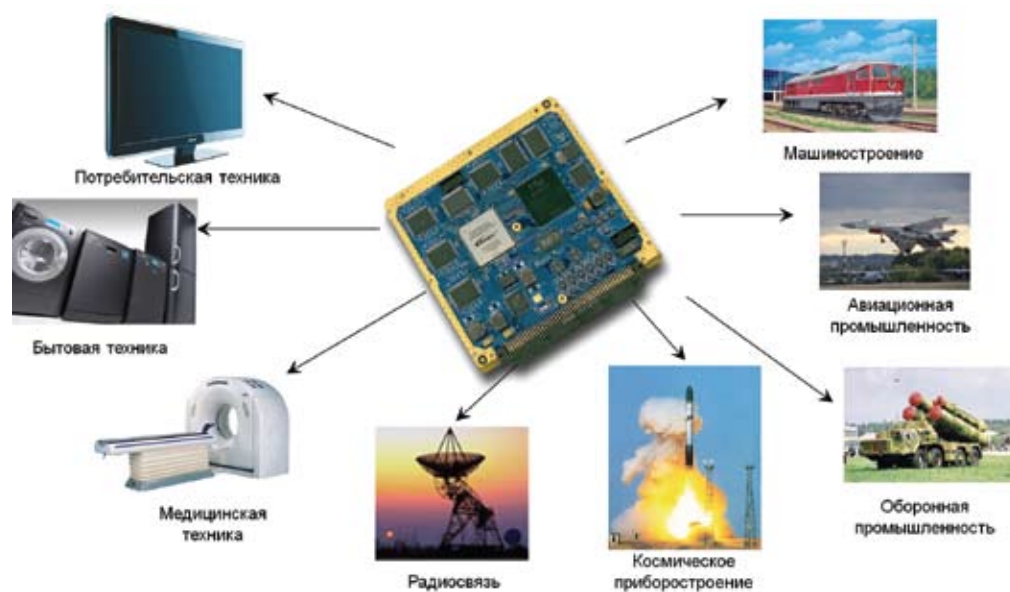


Рис. 7 Электроника применяется во всех сферах экономики



Рис. 8 Модель создания новых базовых технологий центра им. Хольста

**Для выпуска действительно конкурентоспособной продукции, прорывных исследований и получения значимых результатов необходима современная высококачественная производственная и исследовательская инфраструктура, начиная от специальных помещений и заканчивая оборудованием и расходными материалами**

занять достойное положение на мировом рынке. В связи с этим пути повышения эффективности технологической модернизации радиоэлектронной промышленности связаны с решением задачи создания современных базовых технологий, решением задачи системного подхода к модернизации производственных мощностей интегрированных структур и создания условий для развития радиоэлектронной промышленности. Рассматривая решение задачи создания новых базовых технологий, вернемся к ранее сделанному выводу о том, что 3D-интеграция становится одной из доминирующих технологий на уровнях:

- сборки на пластине (WLP);

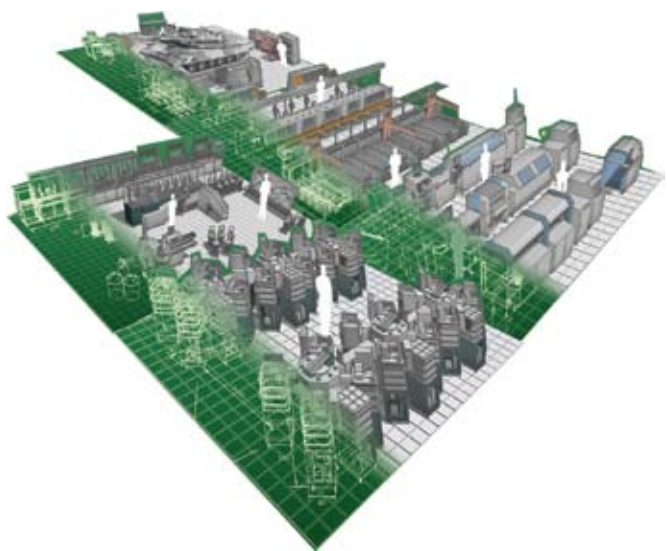


Рис. 9 Выпуск радиоэлектронных изделий по самым современным технологиям будет возможен только на предприятиях, на которых будет реализован полный технологический цикл от изготовления компонента до финальной сборки модулей и блоков

- гибридных интегральных схем;
- печатных узлов;
- корпусов из высокотемпературного пластика, на которых выполнены 3D-проводники (3D-MID).

Важно учитывать, что в ходе эволюционного развития технологий в современном мире любая базовая технология настолько дорога, что ее разработка возможна только используя усилия и сложения финансовых ресурсов большого количества игроков – пользователей технологий, разработчиков материалов, оборудования. На рынке остается весьма небольшое количество вертикаль-

но интегрированных компаний, которые могут себе позволить иметь полный технологический цикл. Как альтернатива – глобализация технологической кооперации и появление все большего количества узкоспециализированных производителей электроники:

- компаний, не имеющих собственного производства, но осуществляющих маркетинг, разработку, продажу и обслуживание продукции. Отказываясь от собственного производства, они доверяют его контрактным производителям, тем самым сокращая свои капиталовложения в производственные мощности;
- предприятий, занимающихся контрактным производством электроники, изготавливающих изделие целиком по документации заказчика. Они окупают свои высокие инвестиции в современные технологии и оборудование за счет максимальной загрузки производственных мощностей.

Пресловутая технологическая закрытость во многих сферах оказалась иллюзией. Приходит время фактической прозрачности, а не закрытости технологической базы. Конечно, есть технологии защищенные, но, по всей видимости, расцвет инновационной деятельности в последние десятилетия привел к тому, что государственные монополии на создание новых базовых технологий исчезли. Пример Китая наглядно продемонстрировал, что любая территория в очень короткие сроки может приблизиться по своему технологическому уровню к западному миру. Среднемировой уровень эффективности производственных процессов оказался достижим, грубо говоря, за одно десятилетие.

В качестве иллюстрации хотелось бы рассказать о модели создания новых базовых технологий на примере исследовательского центра им. Хольста в Нидерландах (Holst Centre). Это организация прикладных научных исследований, предоставляющая услуги государственным и частным компаниям, государственным органам и общественным организациям. Направления деятельности центра им. Хольста следующие:

- технология передачи ультрамаломощных сигналов;
- генерация и хранение электроэнергии: вибрация, тепло, электромагнитные поля и др.;
- маломощные беспроводные автономные датчики;
- органическая печатная электроника: PV и AMOLED;
- медицинские микросистемы и др.

Каждый желающий может присоединяться к уже существующим среднесрочным и краткосрочным программам, либо инициировать новые направления прикладных технологических исследований. Такое сотрудничество позволяет производственным компаниям значительно экономить на собственных НИОКРах, внося членские взносы, пользоваться результатами коллективного научно-



Рис. 10 Возможная структура радиоэлектронной промышленности в 2020 году как результат эффективной технологической модернизации

исследовательского процесса. Для примера приведу несколько технологических гигантов, участвующих в совместных проектах с центром им. Хольста: SAMSUNG, PHILLIPS, NXP, BYERN, National semiconductor, MERCK и пр. Центр им. Хольста открыт для сотрудничества и с российскими производителями радиоэлектроники. Переходя к вопросу эффективной технологической модернизации производственных мощностей интегрированных структур, отметим, что в результате развития базовых технологий привычная на данный момент система кооперации технологических цепочек различных предприятий - производства печатных плат, производства компонентов и гибридных интегральных схем, сборки модулей и блоков, сборки жгутов и кабелей - превращается в единый технологический процесс создания интегрированной электронной системы. Это означает, что выпуск радиоэлектронных изделий по самым современным технологиям будет возможен только на предприятиях, на которых будет реализован полный технологический цикл от изготовления компонента в слое подложки/платы до финальной сборки узлов и ГИС.

Реализуемо ли это сейчас? Для выпуска действительно конкурентоспособной продукции, прорывных исследований и получения значимых результатов необходима современная высококачественная производственная и исследовательская инфраструктура, начиная от специальных помещений и заканчивая оборудованием и расходными материалами. В реальности, в отечественной промышленности такая инфраструктура развита плохо, так как в большинстве организаций она не обновлялась еще с советского времени, а нередко еще и была утеряна в 90-е годы. Попытки внедрить полный современный технологический цикл на каждом из предприятий радиоэлектронной промышленности приводит к «распылению» и без того ограниченных ресурсов, выделяемых на НИОКР, и неэффективному их использованию. С другой стороны, консервативный подход постепенных закупок отдельных единиц оборудования для «латания дыр» на каждом отдельном предприятии не способен решить задачу внедрения самых передовых технологий.

Каким видится решение этой задачи? В рамках интегрированных структур необходимо директивно устанавливать задания по достижению технологических ориентиров с учетом перспектив развития технологий минимум на 7-10 лет вперед, целенаправленно формируя высокотехнологичные производства оборонной и гражданской продукции мирового уровня. Для получения финансирования интегрированные структуры

обязаны разработать, принять долгосрочные программы технологической модернизации и развития. На основе этих программ должны формироваться планы перспективных НИОКР, разработки новых продуктов и планов технологической модернизации. Чтобы эффективно использовать выделяемые на модернизацию средства и, учитывая, что обладание современными базовыми технологиями требует значительных инвестиций, необходимо в каждой из интегрированных структур формировать один или несколько производственных кластеров (сборочных фабрик). Для достижения гармоничного распределения мощностей такой кластер или несколько кластеров должны быть способны обслуживать потребности в производстве продукции всех остальных предприятий интегрированной структуры, фокусирующих свои усилия на НИОКР, продаже и обслуживании продукции. Именно вокруг таких производственных кластеров и может выстроиться реальная инновационная система: производители материалов, СТО, разработчики технологий и решений, научно-исследовательские организации и ВУЗы.

Учитывая повышение стоимости любой базовой технологии, сокращение жизненного цикла изделий, необходимость увеличения инвестиций в НИОКР, дефицит квалифицированных специалистов, необходимо развивать технологическую кооперацию и взаимодействие между предприятиями, исследовательскими институтами, образовательными организациями, инженеринговыми компаниями, потребителями, ассоциациями производителей и другими организациями не только в России, но и по всему миру. Однако для этого, по объективным причинам, у отечественных предприятий радиоэлектроники часто отсутствует необходимый опыт.

Чтобы помочь отечественным производителям радиоэлектроники выйти на мировые рынки, необходимо учредить Агентство по экспорту высокотехнологичной продукции, призванное решать задачи международного маркетинга, адаптации продукции требованиям международных стандартов и норм, поддержки выстраивания внешнеторговой деятельности.

Все эти процессы необходимо осуществлять в рамках государственных программ, так как современное государство за счет финансовых ресурсов, способности формировать масштабные рынки, например, в рамках озвученных президентом РФ Д.А. Медведевым пяти направлений модернизации, является самым мощным игроком. Возможность получения господдержки может быть увязана с проведением мероприятий по эффективной технологической модернизации, участию в приоритетных инновационных проектах.

Таким образом, технологическая модернизация радиоэлектронного комплекса сегодня, с одной стороны, должна опираться на мощный внутренний и мировой спрос на радиоэлектронную продукцию, а с другой стороны, она в принципе невозможна без системного подхода к созданию новых производств в рамках интегрированных структур, учитывающих перспективные технологические тенденции, а также к созданию базовых технологий в сотрудничестве с российскими и международными НИИ. ■