

## КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ В ОМСКЕ



### КАЧЕСТВО ВОЛНУЕТ ВСЕХ

**"Качество продукции – совокупность свойств (в том числе мера полезности) продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные общественные и личные потребности".**

Новый энциклопедический словарь. – М.: Большая российская энциклопедия, 2001

21–23 сентября в Омске прошла научно-практическая конференция "Обеспечение качества на этапах разработки, производства и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры". Это был весьма представительный форум, собравший порядка 270 человек – руководителей 116 предприятий и 11 государственных ведомств из 25 городов России. Среди участников – начальник управления радиоэлектронной промышленности и систем управления Ю.И.Борисов, первый заместитель директора Федеральной службы по оборонному заказу генерал-полковник С.А.Маев, заместитель начальника Управления начальника вооружений ВС РФ А.А.Рахманов, зам. начальника 16 Управления МО М.И.Критенко, академик РАН Ю.В.Гуляев, многие другие руководители предприятий и ведомств.



### КАЧЕСТВО ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ – ЗАДАЧА ПЕРВООЧЕРЕДНАЯ Выдержки из доклада заместителя начальника 16 Управления МО РФ М.И.Критенко

Создание средств вооружений и военной техники (ВВТ) – бое-способных и безотказных при выполнении боевых и учебно-тренировочных задач, – проблема комплексная. Она требует совместных усилий как создателей элементной базы, так и конструкторов-системщиков, а также рациональной политики эксплуатации ВВТ в войсках. Сегодня можно утверждать, что нормативно-правовая основа системы государственных закупок электронной компонентной базы (ЭКБ) российского производства в основном создана. Она регламентирует правовые и экономические принципы размещения и исполнения государственного заказа, правила их формирования и проведения торгов (конкурсов). Устанавливается и порядок поставок ЭКБ в мирное и военное время для разработки, модернизации, производства и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ).

Управление начальника вооружений вооруженных сил (УНВ ВС) РФ и его структурные подразделения, заказывающие управления видов ВС и родов войск вправе говорить о наличии четко документированных и практически реализуемых требований по обеспечению и контролю качества и надежности РЭА и ЭРИ на всех этапах их жизненного цикла и организации межотраслевых работ в этой области.

Вместе с тем, качество и надежность РЭА, как закупаемой МО РФ, так и поставляемой предприятиями на экспорт, равно как и их обеспеченность элементной базой, остаются не на должном уровне. Без преувеличения можно сказать, что надежность РЭА опреде-





Важность проблемы качества продукции не требует комментариев. Однако неблагоприятное качество в электронной отрасли привело к необходимости провести специальную представительную конференцию по этой тематике. Было заслушано немало докладов, в которых отмечалась важность внедрения на предприятии системы качества в соответствии со стандартами ISO 9000, необходимость использовать качественную отечественную элементную базу, актуальность наведения порядка в области поставки импортных электронных компонентов и т.д. Мы не будем повторять все эти выступления – в публикуемом нами докладе Ю.И.Борисова содержится достаточно подробный анализ состояния дел в отрасли, в том числе – в области качества продукции. Пожалуй, это было одно из наиболее информативных выступлений. К сожалению, во многих других (но не во всех) докладах звучали в основном призывы к повышению качества продукции и заверения об осознании важности этой задачи.

Кратко расскажем о наиболее информативных выступлениях. Прежде всего, представители 16 Управления МО, Управления начальника вооружений МО, ФГУП "Рособоронэкспорт" и др. обрисовали общее состояние дел с качеством РЭА военного назначения и тенденциями ее изменения. В частности, **заместитель начальника 16 Управления МО М.И.Критенко** отметил, что "обеспеченность разработок и производства РЭА электронной компонентной базой, а также их качество и надежность остаются не на должном уровне" (подробнее см. выдержки из доклада М.И.Критенко). **Заместитель начальника Управления разработки и испытания ядерных боеприпасов Федерального агентства по ядерной энергии А.Н.Гетманец** указал, что при входном контроле ЭКБ уровень отбраковки в 2003 году возрос по сравнению с 2001 для ИС – в 4 раза, для резисторов – в 3 раза, по коммутаци-

онным изделиям – в 5 раз, по моточным изделиям – в 2 раза, по оптоэлектронным изделиям – в 3 раза. Разумеется, к подобного рода статистике надо относиться очень осторожно, поскольку объем потребляемой ЭКБ достаточно низок. Однако приведенное сопоставление по различным классам ЭКБ рисует объективную картину. А.Н.Гетманец также отметил, что отечественная ЭКБ по надежности на 1,5–2 порядка уступает зарубежной.

**Начальник департамента ПВО и РЭС ФГУП "Рособоронэкспорт" В.А.Носов** сообщил, что при недавних экспортных поставках комплексов ПВО С-300 в КНР было предъявлено 117 рекламаций, а при более ранних поставках этих изделий на Кипр рекламаций было свыше 200.

Ряд докладчиков на основании собственного производственного опыта отметили, что производимая в России элементная база не позволяет разработчикам РЭА решать стоящие перед ними задачи. А по надежности отечественная ЭКБ даже с приемкой "5" и "9" зачастую уступает по качеству и надежности зарубежной ЭКБ класса "industrial" во всем диапазоне температурных и механических воздействий.

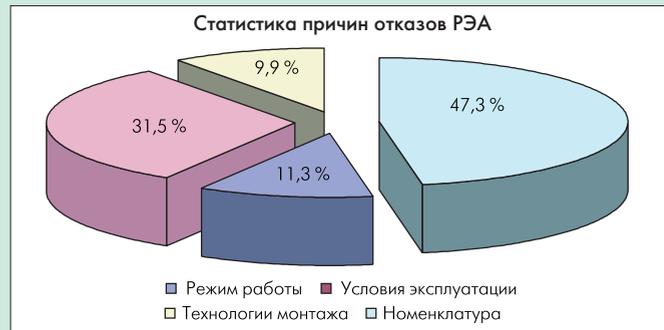
С очень важным докладом выступил **генеральный директор ГНИИ ОСЧМ Б.Г.Грибов**. Он напомнил, что в основе практически всех современных полупроводниковых приборов лежит кремний. Качество этого материала во многом определяет качество сделанных на его основе электронных приборов. Однако сегодня в России производства кремния электронной чистоты (т.е. пригодного для нужд электроники) нет и не предвидится. Следовательно, об экономической независимости говорить не приходится – без импортного кремния просто не из чего делать элементную базу. Проблему надлежит срочно решать, тем более что предпосылки к этому есть. В частности, учитывая, что потребность в кремнии электронной чистоты в нашей стране крайне мала, вполне возможно

ляет уровень качества элементной базы (электрорадиоизделий – ЭРИ). Высокоинтегрированная элементная база, при высоких показателях качества и надежности, исключает множество сложных операций, присущих сборке узлов и блоков аппаратуры на дискретных компонентах. Но интегральные ЭРИ весьма чувствительны к режимам и условиям их применения, компоновки в модули, узлы и блоки аппаратуры при весьма усложнившихся методах коммутации. Что отражается на показателях их надежности.

За последние три года произошло некоторое перераспределение причин отказов обследованных типов аппаратуры. Доля конструктивных, производственных и эксплуатационных отказов РЭА уменьшилась соответственно в 1,25; 1,3 и 1,2 раза, а доля отказов ЭРИ увеличилась в 1,2 раза при одновременном сокращении их количества (см. рисунок). Основные причины отказов – схемно-конструктивные недоработки и неудачно выбранные технические решения; неправильное применение ЭРИ, приводящее к превышению электрических и температурных режимов их работы; недостатки и нарушения технологического процесса производства аппаратуры, следствие которых – недопустимые уровни технологических воздействий при монтаже ЭРИ на печатные платы.

Качество, безусловно, повышается, темпы его роста неудовлетворительные. Экспертные проверки выявляют немало нарушений технологической дисциплины практически на каждом предприятии. Внутренние проверки в ряде случаев выполняются только для отчетности, а не для обеспечения требуемого качества.

Решение всего комплекса задач по обеспечению и контролю качества и надежности ЭРИ требует адекватного развития соответствующей нормативной базы. Заказы по оборонной продукции в этом направлении реализуются в рамках специальных комплексно-целе-



вых программ (КЦП). Однако положение здесь неудовлетворительное. Речь идет о том, что основную, если не сказать полную, нагрузку по их финансированию несут заказывающие управления МО. Каждая новая организационная структура отечественной радиоэлектронной промышленности, а за последние 10–12 лет их было много (департаменты, управления, агентства), предлагала свою программу исследований в области качества и надежности. В результате эти программы разрабатываются недопустимо часто и ни одна из них так и не завершена. Структуры преобразовывались, а программы – не реализовывались. При этом совокупные затраты на обеспечение качества и надежности резко возрастали, поскольку вместо централизованного подхода к проблеме соответствующие задачи решались в рамках многочисленных приборных работ по созданию отдельных типов ЭРИ.

Основной недостаток нового варианта комплексно-целевой программы в области качества и надежности ЭРИ – не достаточно полное отражение работ по обеспечению качества перспективной элементной базы, создаваемой на принципах информационных техно-



для его производства обратиться к потенциалу академических, отраслевых институтов и лабораторий.

Ярко прозвучало выступление **генерального директора омского НИИ приборостроения (ОНИИП) В.И.Левченко**. Он справедливо отметил, что качество на 75% закладывается на этапе разработки изделия, 20% относится к контролю процесса производства и лишь 5% – собственно технический контроль качества продукции. Причем за рамками программ качества остается важнейшая стадия создания нового качества – поисковая. И первоочередную роль в деле обеспечения качества играет человеческий фактор, наличие талантливых и мотивированных разработчиков. Как организовать работу предприятия, чтобы инновационная составляющая была доминирующей, как противостоять конкурентам, какие практические шаги в этой связи предпринимаются в ОНИИП – именно этим вопросам и был посвящен доклад Валерия Ивановича Левченко (подробнее см. выдержки из доклада).

Важная проблема проектирования СБИС типа "система на кристалле" (СНК) была главной темой выступления **генерального директора НИИМА "Прогресс" В.Г.Немудрова**. Он отметил важнейшую роль, в том числе в решении проблемы качества, которую должна играть новая технология проектирования для разра-

логий, сверхсложных изделий СВЧ-диапазона и систем на кристалле.

16 управление Минобороны УНВ ВС РФ, являясь целевым заказчиком электрорадиоизделий в интересах всех видов Вооруженных сил и родов войск, на протяжении многих лет выступает основным координатором в области качества и надежности ЭРИ и РЭА и финансирует создание единой взаимоувязанной нормативной базы. Прежде всего, речь идет о комплекте государственных военных стандартов (КГВС) "Климат" и "Мороз". В каждом новом поколении КГВС "Климат" и "Мороз" были аккумулированы и увязаны интересы разработчиков и изготовителей ЭРИ и РЭА. Их созданию неизменно предшествовали НИР по разработке соответствующих концепций, в которых оценивалась эффективность предшествующего и определялась идеология построения стандартов нового поколения.

КГВС "Мороз-6" и особенно "Климат-7" – основополагающие нормативные документы, но они – не стандарты прямого действия. Поэтому их внедрение применительно к элементной базе производится через нормативные документы по приемке и поставке продукции, обеспечению и контролю качества конкретных групп комплектующих изделий – т.е. посредством общих и частных технических условий (ОТУ, ЧТУ). Однако процесс их внедрения недопустимо затянулся. Из 48 ОТУ, перечень которых взаимосогласован (ранее их было 250), внедрены считанные единицы. Во многом это связано с отсутствием действующего механизма исполнения Федерального закона "О техническом регулировании".

Сегодня заметно оживление производства отечественных ЭРИ. Возрастают их номенклатура и объемы выпуска. Наметилась тенденция увеличения заказов на разработку и производство ЭРИ для вооружения и военной техники. Вместе с тем, комплекс работ по обеспечению качества ЭРИ в требуемых объемах не проводится. На многих предприятиях нет современного технологического оборудования, что не позволяет совершенствовать производственные процессы. Объемы заказов достаточно низкие. Все это побуждает производителей к сворачиванию испытательных и контрольно-измерительных служб. Естественно, в результате снижается качество продукции. Так, существенно возросла засоренность поставляемых партий изделиями, потенциально ненадежными или просто не соответствующими стандартным требованиям документов на постав-



ботчиков и аппаратуры, и современных СБИС. В рамках нового подхода исчезает старый контекст термина "импортозамещение", подразумевающего создание отечественных функциональных аналогов импортных компонентов – занятия абсолютно нереального. Вместо этого, благодаря возможностям современных САПР и развитой мировой инфраструктуре кремниевых фабрик (foundry), российские разработчики способны разрабатывать и получать СБИС, произведенные по самым современным технологиям. Методология проектирования СНК подразумевает участие в этом процессе как разработчиков аппаратуры, так и собственно проектировщиков кристалла. Действительно, формирование технического задания на СБИС при разработке аппаратуры фактически является проектированием СБИС на системном уровне. С другой стороны, проект СБИС верифицируется на соответствие системной модели. А при наличии соответствующих средств эмуляции модель СБИС может проверяться в составе реальной аппаратуры (т.е. вместо предполагаемой СБИС используется ее программная или программно-аппаратная эмуляция). Причем разработчики как аппаратуры, так и СБИС могут работать в единых многоуровневых средах проектирования, которые поддерживают САПР ведущих производителей.

ку (ОТУ, ТУ). Практически разрушена централизованная система сбора, учета и анализа отказов ЭРИ как в сфере производства, так и при эксплуатации РЭА, что не позволяет планировать и осуществлять корректирующие мероприятия в технологическом процессе их изготовления.

Недостаток номенклатуры и уровня качества отечественных ЭРИ вынуждает изготовителей РЭА комплектовать свои изделия ЭРИ иностранного производства (ЭРИ ИП). Как правило, для комплектования РЭА применяются ЭРИ ИП коммерческого и промышленного уровней качества, что требует организации дополнительного контроля и испытаний для оценки их пригодности в высоконадежной РЭА. Один из возможных путей поставки ЭРИ, соответствующих по уровню качества требованиям современного рынка, – их сертификация по правилам и процедурам национальных и международных регламентов и стандартов.

В нормативных документах предусмотрены программы обеспечения качества на этапах разработки и освоения изделий. Однако наши оценки показали, что эти программы носят, как правило, формальный характер. Они не увязываются с физико-технологическими и схемотехническими аспектами разработок и производства, не учитывают типовые дефекты изделий, возможные при реализации конкретных технологий. Зачастую в них весьма поверхностно отражены предупреждающие и корректирующие меры, вытекающие из общемировой практики менеджмента качества и положенные в основу MIL-стандартов США и других стран, а также нового поколения отечественных нормативных документов. Наиболее полно модели программ обеспечения качества на этапах разработки и освоения отработаны применительно к массовой продукции микроэлектроники. Целесообразно эту практику распространить на все другие изделия, выпускаемые большими объемами. По-новому следует разрабатывать данные программы применительно к системам на кристалле, которые проектируют отечественные разработчики. Сегодня у нас нет достаточно развитой базы для полномасштабной оценки качества таких изделий.

Особое беспокойство вызывают вопросы качества и надежности ЭРИ при воздействии радиационных факторов, которые весьма опасны для сверхминиатюрной ЭКБ, включая твердотельные СВЧ-устройства, изделия микро- и фотозлектроники. Ранее наша стра-

С точки зрения качества, если данный подход станет общепринятым, производители РЭА получают специализированные СБИС, изготовленные на наиболее современных с точки зрения технологии и организации производства предприятиях, с соответствующими надежностными показателями. Тем самым удастся устранить одну из основных проблем в деле обеспечения качества РЭА – а именно проблему низкого качества ЭКБ. Более того, если процесс организован правильно, СБИС, произведенные на зарубежных кремниевых фабриках, вполне можно использовать и в изделиях специального назначения. Особое значение новая методология проектирования приобретает при изготовлении СБИС на отечественных предприятиях.

Отметим доклад заместителя генерального директора НПП "Пулсар" В.Ф.Синкевича. Он продемонстрировал, насколько повышается надежность изделия при снижении температурных режимов его эксплуатации и ознакомил с наработками предприятия в области эффективного снижения рабочих температур РЭА.

Генеральный директор холдинга "Золотой Шар" П.А.Верник в своем выступлении подчеркнул важность продвижения на рынок гражданской продукции отечественных производителей, рассказав, в качестве примера, о известной торговой марке

на практически была мировым лидером в вопросах радиационной и электромагнитной стойкости ВВТ. Постепенно эти приоритеты, по известным причинам, утрачены. Данная проблема волнует сейчас и Минатом, и Космическое агентство России, и другие ведомства. Поэтому требуется скорейшее утверждение межотраслевой программы, совершенствование алгоритма межотраслевого взаимодействия. Необходима концентрация усилий специалистов НИИ и КБ, работающих над этой задачей, усиление базы создания радиационно стойких ЭРИ в рамках отдельной целевой программы. Нужны и поиски новых решений. Сейчас предлагается радиационно стойкое резервирование схемотехническими методами на уровне сложных изделий, что требует научных проработок.

Серьезно беспокоят качество и радиационная стойкость изделий для ракетно-космической техники. В первую очередь – изделий повышенной надежности, категории качества "ОС" ("ОСМ", "ОСД"). Для формирования комплексной системы обеспечения качества, надежности и радиационной стойкости таких ЭРИ разработан ряд новых нормативных документов, находящихся в стадии согласования и утверждения.

В связи с малыми объемами заказов на ЭРИ и низкой рентабельностью их производства зачастую полностью прекращается выпуск отдельных типов ЭРИ, необходимых для модернизации, производства и эксплуатации образцов ВВСТ. Проведенный анализ показывает, что значительную часть средств государство вынуждено тратить именно на обеспечение эксплуатации ранее закупленных образцов ВВСТ, их ремонт и техническое обслуживание. В сложившихся условиях важнейшая задача федеральных органов исполнительной власти – обеспечение технологической независимости России при создании стратегически значимых для национальной безопасности систем, образцов и комплексов ВВСТ. Один из путей ее решения – создание резервных страховых запасов ЭКБ.

Особую роль для проблемы качества играют взаимоотношения между поставщиком и потребителем. В вопросах качества и надежности продукции они должны быть основаны на принципах доверия и партнерства при взаимном контроле. В этой связи, как показывает отечественная и мировая практика, большую пользу могут принести совместные программы качества и надежности аппаратуры и изделий.



"Ладомир". Он также отметил высокую значимость для повышения качества продукции обратной связи между поставщиками и потребителями ЭКБ.

Было представлено немало других докладов. Отрадно, что некоторые докладчики в своих сообщениях рассказывали о производимой их предприятиями качественной конкурентоспособной продукции (НИИ "Полюс", "Супертел ДАЛС", ННИПИ "Кварц", "Авангард" и др.). Это означает, что сегодня производятся качественные отечественные изделия, на основе или с помощью которых можно создавать качественную РЭА, системы и комплексы.

В целом конференция, безусловно, была важной и полезной. Уже сам факт того, что в одном месте на несколько дней собрались руководители многих предприятий РЭК, руководители Управления радиоэлектронной промышленности и систем управления, заказывающих подразделений МО, других ведомств, не может не оказать благотворного влияния на развитие отрасли. А вопрос качества для любого производства – это вопрос жизни. Сегодня качество и производство – это синонимы.

С другой стороны, конференция продемонстрировала и ряд проблем, без решения которых отечественную электронику как отрасль государственной промышленности ничего хорошего не ждет. Конференции такого рода являются хорошим индикатором состояния дел, поскольку практически все выступавшие – это руководители предприятий и ведомств, т.е. люди, непосредственно влияющие на развитие электронной отрасли России. Во многом именно от них зависит, не побоимся громкого слова, судьба отечественной электроники.

Позволим себе кратко проанализировать прошедшую конференцию. Мы не претендуем на абсолютную истинность суждений, тем более что в столь сложном вопросе, как обеспечение качества про-

**РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА. МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА НИИ И КБ**

**Выдержки из доклада генерального директора ОНИИП В.И.Левченко**

Авторитетные источники сходятся во мнении, что если всю совокупность мер по обеспечению качества условно принять за 100%, то 75% приходится на поиск схемных и конструктивных решений, проектирование, отработку макетного образца, доводку опытных изделий и отладку технологии. 20% мер реализуется в ходе контроля процессов производства. И лишь 5% составляет собственно технический контроль качества продукции.

В то же время, самая важная стадия создания нового качества – поисковая – является по отношению к менеджменту качества внесистемной. А ведь это, по сути, подводная часть айсберга качества. Здесь истоки конкурентоспособности продукции.

Действительно, понимать качество как "соответствие изделий на стадии эксплуатации тем требованиям, которые определены в технических условиях" – это самая узкая трактовка понятия качества. Еще не так давно ее было вполне достаточно. Именно для такого случая способы влияния на качество разработаны и регламентированы в наибольшей степени. То есть все СТП, СМК, инструкции и т.д. нацелены на то, чтобы с максимальной точностью обеспечивать соответствие изделия его замыслу. Иными словами, если задуман автомобиль ВАЗ-2101, то никакие стандарты предприятия, инструкции, регламенты, ответственность персонала не позволят в производстве довести его по степени удовлетворенности потребителя до "Мерседеса".



дукции, и не может быть единства мнений. Заранее приносим свои извинения тем докладчикам, чьи ценные соображения не нашли отражения на наших страницах, — пожалуйста, дополняйте нас.

## РАЗМЫШЛЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ

**Вторая свежесть – вот что вздор!  
Свежесть бывает только одна – первая, она же и последняя. А если осетрина второй свежести, то это означает, что она тухлая!**

М.А.Булгаков. Мастер и Маргарита

Не подлежит сомнению, что вопрос качества – это по сути вопрос успешной производственной деятельности. Ибо кому, собственно, нужна некачественная или недостаточно качественная продукция? Перефразируя булгаковского Воланда, качество бывает только одно – первое, оно же последнее. Продукция либо качественная, либо ее нет. Причем, видимо, не совсем правильно говорить, что продукция с приемкой "1" (ОТК изготовителя) менее качественная, чем с приемкой "5" (приемка заказчиком) – ведь изделия эти выполнены по единой технологии, как правило, на одном и том же производственном участке. Разница – в комплексе выходных испытаний, т.е. проверке на соответствие различному набору технических требований. И если изделия с приемкой "1" – не качественные, вряд ли стоит ожидать, что их собратья с приемкой "5" и "9" будут принципиально от них отличаться. Хорошо еще, если отбраковка связана просто с разбросом функциональных параметров. А если речь идет о технологических нарушениях, когда дефект проявляется у одного изделия в течение часа (и оно бракуется), а у другого – через три месяца (оно проходит выходной контроль).

Таким образом, более емкое понимание качества – это степень удовлетворенности потребителя. Оно включает в себя и прежнее представление о качественном изделии как надежном. Потребитель удовлетворен, когда получает изделие, во всех отношениях не уступающее лучшим известным ему аналогам. В современных системах стандартов качества ориентация на потребителя декларируется как основополагающий принцип.

Однако пытаться копировать даже лучший зарубежный аналог, потому что он удовлетворяет потребителя, – это в большинстве своем занятие бесперспективное, ибо наши конкуренты уже проводят инновационные обновления даже не раз в пять-десять лет, как прежде, а фактически непрерывно. Если мы действительно серьезно хотим быть на одном рубеже с мировыми лидерами, то должны работать на опережение, на проектирование нового, еще неизвестного потребителю уровня качества, принципиально новых технологий и изделий. И определяющим условием для успеха такой стратегии качества, безусловно, являются инженерный талант, изобретательность, умение превратить знания в идею, а идею в технологию, искусство преодоления невозможного, вернее того, что раньше считалось невозможным.

В этой сфере концепции качества определяющую роль играют новые знания, новые идеи, прорывные изобретения. К сожалению, мы уже сталкиваемся с дефицитом и этого ресурса. Как сказал на недавней коллегии РАСУ начальник вооружений о проблеме новой государственной программы вооружений: "Общая беда – нет идей! Нет фундаментальных работ!"

При стратегии качества, направленного на опережение запросов заказчиков и потребителей, возрастает роль самого разработчика как генератора идей. Речь идет о разработчике с большой буквы,

ведь качество, что многократно отмечали и производители РЭА, и представители заказывающих ведомств, закладывается на этапах разработки и производства.

Слушая выступления ряда руководителей крупных государственных предприятий РЭК, невольно задаешься вопросом – а в принципе, возможен ли на них выпуск качественных изделий? Ведь на большинстве предприятий для этого нет никаких условий, о чем и говорили многие докладчики. Давно устарел парк технологического оборудования. Контрольно-измерительная техника либо также устарела, либо в должном объеме отсутствует. Квалифицированных кадров не хватает, и взять их неоткуда – у многих предприятий нет средств ни на подготовку специалистов, ни на достойную зарплату для них. То есть для выпуска качественной (конкурентоспособной) продукции просто нет средств, ни в виде производственных ресурсов (помещения, оборудование, кадры), ни финансовых. "За качество надо платить" – тезис многих выступавших.

Возникает резонный вопрос – а где можно взять необходимые средства? Оборонный заказ, приходящийся на долю отдельного предприятия, достаточно мал и не обеспечивает ни обновления оборудования, ни загрузки производственных мощностей, не говоря уже о каком-либо развитии или перспективных изделиях. Даже те мизерные средства, предусмотренные федеральной целевой программой "Национальная технологическая база", предприятия в полной мере не получают. Сектор гражданской продукции – наиболее массовый и обуславливающий развитие электроники во всем мире – для российских предприятий закрыт, поскольку конкурентоспособную продукцию производить и продвигать на рынок они не могут (опять же, есть и исключения, но мы говорим об общей тенденции). Инвесторы, государственные и частные, в электронику не идут. Во многом по известному принципу – помогать (вкладывать

т.е. о лидере в своей области. Наше время требует исследователей и разработчиков новой формации – специалистов мирового класса. Где их взять? Для этого вовсе не достаточно обеспечить любого человека, избравшего данную стезю, хорошим образованием и высокой зарплатой. Могут ли десять добросовестных, исполнительных, грамотных инженеров заменить одного, но талантливого Изобретателя? Нет! Ни 100, ни 1000! Поэтому количеством инженеров и даже их технической оснащенностью в инновационной сфере не возьмешь. Вывод, к которому пришли и мы, и ряд других руководителей: нужно строить систему поиска и отбора инженерных талантов от рождения, от Бога – находить их в школах, в институтах, поддерживать их, обеспечивать хорошим образованием и целевой подготовкой! Выбор и подготовка будущих талантов требует тесного взаимодействия предприятий, вузов и общеобразовательных учреждений. И это не просто дежурные и красивые фразы – это, если говорить прагматично, технология создания самого главного инструмента обеспечения качества – талантливого Разработчика, Инженера, Изобретателя.

Разумеется, самому разработчику нужен хороший инструментальный – САПР, CALS-технологии, приборное и информационное обеспечение, доступ к компонентной базе, влияние на ее создание и т.п. Но основной ресурс прогресса – именно в области человеческого фактора!

Весьма важно и создание условий для реализации способностей разработчиков. Это организация труда, его атмосфера и мотивация – материальное стимулирование и общественное признание. Проблема создания условий и организации коллективного творчества в крупном НИИ – одна из самых важных и сложных. Она обычно не возникает в небольших научно-технических коллективах с не-



средства) надо сильнейшему. Получается пресловутый замкнутый круг: конкурентоспособной продукции нет, потому что нет средств. А средств нет, потому что не производится качественная продукция.

А может ли быть иначе? Ведь исторически отечественный радиоэлектронный комплекс, равно как и вся промышленность СССР, был ориентирован на решение задач, отличных от задач РЭК других стран. Над отечественной промышленностью, кто еще помнит, довлел Его Величество План. Критериями успешной деятельности, в большинстве своем, были не конкурентоспособность (т.е. качество) продукции, а объемы освоенных средств, количество выпущенных изделий, проценты выполнения плана, сроки представления продукции приемной комиссии. Деньги и прочие блага были следствием отнюдь не успешности продаж продукта на рынке. Отсутствие нормальной конкуренции вело к тому, что заказчик вынужден был принимать недоведенные, некачественные продукты.

Вопросы качества, не побоимся сказать, на подавляющем большинстве производств отходили на задний план. Кто-нибудь может вспомнить отечественные микросхемы, с показателями надежности, сопоставимыми с западными аналогами? Даже малой степени интеграции? Даже произведенные не в конце квартала, не в южных республиках, не из заведомо бракованного кремния? Даже с приемкой "5"?

А ведь попустительское отношение к качеству в советский период не могло не отразиться на менталитете специалистов, прежде всего – непосредственно участвующих в производстве ЭКБ и РЭА. Многие из них продолжают работать на предприятиях РЭК (поскольку молодых кадров нет). Человека же не переделаешь – если привык оператор, скажем, между операциями продувать реактор азотом 30 секунд вместо положенных трех минут, то так он и будет делать. Привык монтажник работать с ошибками – он так и будет

широкой специализацией или внутри одного подразделения НИИ, если есть соответствующий лидер. Но вот между различными подразделениями НИИ или КБ (разработчиками различных подсистем, конструкторами, технологами, программистами, опытным производством и т.д.) – организационные барьеры уже совершенно неприемлемы. Чтобы не было риторических вопросов типа: "К пуговицам претензии есть?"

Суть организации управления проектами, принятой в ОНИИП, – одновременно с существующими специализированными подразделениями создается система сквозных творческих коллективов, состоящих из сотрудников различных отделов. Во главе такой структуры стоит руководитель проекта, которому практически полностью передаются финансовые ресурсы проекта. Он наделен достаточными полномочиями по мотивации всех участников проекта. Таким образом, получается своего рода матрица из управления по вертикали и горизонтали. При этом главенствующим является проектное управление, а структурные подразделения выполняют обеспечивающие функции.

В такой системе создается совершенно новый и эффективный тип мотивации инженера-разработчика: надо быть востребованным одним, а лучше несколькими руководителями проектов. Если этого не получается, то он переводится из лидирующего состава в разряд инженерного обеспечения – проведение экспериментов, расчетов, испытаний, настройки и т.п. В то же время у него остается шанс, повысив свою квалификацию, продемонстрировав свои новые возможности, вновь быть востребованным в группе лидеров по техническим направлениям. Матричное управление инженерными ресурсами позволяет внести в работу разработчика так необходимый для этого дух азарта, предприимчивости и в то же



работать. То же самое можно сказать и о руководстве – за 15 лет коренным образом сменились правила игры, и далеко не все, даже наиболее успешные руководители советского периода, сумели приспособиться к изменившимся условиям. Новый же управленческий аппарат в электронике только-только начал появляться.

Практика показывает, что зачастую в производственном процессе лучше задействовать людей, никогда до этого не работавших на отечественных государственных предприятиях, по крайней мере ранее середины 90-х годов. Разумеется, есть и исключения как среди предприятий, так и сотрудников, – но общая тенденция такова. Привлекать же молодежь, обучать ее и удерживать способны далеко не все. А ведь в конечном итоге именно от работника зависит качество выпускаемых изделий.

Плюс к этому ориентация предприятий на выпуск изделий ВВТ. А военная и массовая гражданская продукция – это два разных вида производственной деятельности. И смена производственной ориентации, а именно перед такой необходимостью оказалось большинство предприятий отечественного РЭК, – это процесс сложный, продолжительный, а главное – дорогостоящий. Зачастую требующий полного переоснащения производства. Конверсионные программы необходимо тщательно разрабатывать, в полном объеме финансировать, скрупулезно исполнять. Тогда они окупятся стоицей. У нас же ничего этого практически не было.

В результате мы имеем то, что имеем – умирающие (пытающиеся выжить) предприятия, конференции о качестве с минимумом докладов по существу, уступающие цифры отказов РЭА и предположений к ним. Заявления, что "30% брака – это не так и плохо". И, к счастью, отдельные предприятия, как со славной историей и традициями (как исключения, подтверждающие правила), так и недавно организованные, которые живут и развиваются – т.е. производят качественную продукцию. Причем они не ставят задачу выжить –

время сохранить предприятие как целостную структуру, без расчленения на независимые малые вотчины.

Еще одна важная проблема – это проблема сближения науки и производства в инновационном процессе. Поскольку мы делаем ставку на Разработчика как вперёдсмотрящего в море технического прогресса, он должен чувствовать реакции рынка, заказчиков в процессе серийного производства его изделий, причем не только информационно, но и материально-мотивационно. Он должен быть заинтересован в том, чтобы его изделия хорошо продавались заводами и были для них рентабельны. Должен сам чувствовать, что уже пора для завода создать нечто новое, так как скоро его изделие вытеснят конкуренты.

При таком подходе абсолютно бесперспективен НИИ, который ждет задания на разработку нового изделия, а передав конструкторскую документацию на завод, теряет к нему интерес. Ряд НИИ отрасли развили серийные производства у себя и таким образом частично решили проблему ощущения разработчиком рынка. Но ряд институтов, к примеру наш ОНИИП, основную часть разработок передают на самостоятельные заводы. Поэтому, понимая, насколько важно подключить рецепторы разработчика к ощущению потребителя, мы создаем соответствующие информационные и мотивационные интерфейсы.

Во-первых, принципиально важны в этом смысле отчисления заводами роялти от продаж, из которых пропорционально премируются разработчики, а также финансируются иницилируемые ими работы по созданию научно-технического задела. Заводы, реализующие наши разработки, перечисляют роялти даже в том случае, если проект финансировался по гособоронзаказу. Это важ-

такие предприятия нацелены на развитие, на прибыль, на создание и выпуск конкурентоспособной продукции. Которая бывает только качественной.

В этой связи особую роль для отечественной электроники приобретает деятельность государственных структур. Прежде всего, речь идет о поддержке успешных отечественных предприятий, сохранивших свой потенциал и производящих конкурентоспособную продукцию. Таковые есть. И во многих технологически передовых странах мира они были бы обеспечены льготными кредитами, инвестициями, налоговыми послаблениями и прочими мерами стимулирования. Но не в России. Видимо, одна из основных задач Управления радиоэлектроники и систем управления, равно как и ФАП в целом, – это активное лоббирование интересов действующих предприятий отечественной электроники. Тем актуальнее вопрос реструктуризации государственного сектора РЭК. Не следует забывать, что электроника – понятие собирательное, в РЭК входит мно-

во вовсе не для экономики института, а для стимулирования нацеленности разработчика на конечный результат – востребованность рынком. И заводы понимают полезность этого. Во-вторых, разработчики и заводчане вместе изучают рынок, вместе участвуют в выставках, вместе разъезжают по объектам эксплуатации.

Но кардинально вопрос научно-производственной интеграции решается в концерне-холдинге, так как там возможны глубокое и комплексное программно-целевое планирование, проявляются эффекты технологической специализации и т.п.

К сожалению, механизмы взаимодействия НИИ и заводов, так необходимые для перевода экономики на инновационные рельсы, встречают противодействие со стороны родного государства. В частности – роялти. В нашей стране именно этот механизм самоподдержки инновационного развития обложен налогами по максимуму. Действительно, завод платит роялти из чистой прибыли, после налогообложения, т.е. предварительно теряет 24% от вырученных для этой цели средств. Институт, получая роялти, тоже отдает 24%, так как для налоговых органов – это налогооблагаемая прибыль. Да еще здесь имеет место НДС – 18%. Итого сумма пунктов налогового изъятий при попытке самофинансировать инновационный процесс через механизм лицензионных платежей превышает 50%!

Несмотря на декларации о важности инновационного пути развития, новый Налоговый кодекс только ухудшил стимулирование инноваций, отобрав у научных организаций льготу по налогу на имущество, за исключением ФНПЦ. Инвестиционная льгота на техническое перевооружение отнята вообще у всех: и у заводов, и у НИИ. Таким образом, поддержка инновационных процессов государством, по сути, лишь имитируется. ○

жество самых разных предприятий, и успешных среди них – единицы. Судят же всегда по общему состоянию, если не по худшим представителям.

Важнейшую роль в деле развития отечественной электроники может сыграть и создаваемая Российская ассоциация центров проектирования в электронике, призванная объединить всех, заинтересованных в развитии новой методологии проектирования аппаратуры и СБИС.

Кроме того, невозможно было не заметить, что под качественной продукцией очень многие понимали продукцию с приемкой заказчика, продукцию военного и специального назначения. Это, разумеется, неудивительно, поскольку многие предприятия живут именно оборонным заказом и экспортными поставками ВВТ. Лишь в отдельных докладах выступавшие говорили о гражданской продукции. Но ведь основа электроники – это массовость производства. Без этого не будет ни промышленности, ни качества. Массовость же может быть обеспечена лишь освоением гражданского сектора. Собственно, исторически это именно так и происходило – перспективные исследования финансировались государством, зачастую – за счет военного бюджета, но затем затраты окупались именно в гражданском секторе. Недаром два мощнейших толчка в развитии микроэлектроники связаны с появлением персональных компьютеров и сотовых телефонов. Вскоре возможна третья волна – глобальных беспроводных сетей передачи данных. Именно в деле освоения национального рынка, наполнения его качественными отечественными товарами и должна проявиться роль государственных структур. Ведь та же пресловутая информатизация, "электронное правительство" и прочие проекты – это достаточно крупные заказы. Программой "Электронная Россия" предусмотрен ряд конкретных проектов с достаточно ощутимыми суммами. Однако практически все они предполагают использовать импортную аппаратуру. То есть хоть и называется ФЦП "Электронная Россия", но способствует она развитию электроники США, Западной Европы и стран Юго-Восточной Азии.

К счастью, ряд докладов показал – практически изжит миф, что внедрение системы качества в соответствии с ISO 9000 обеспечивает выпуск качественной продукции. Но изжит он, к сожалению, не до конца. Ведь у нас все оказывается поставленным с ног на голову. Если на предприятии действительно было благополучно с каче-

ством, сертификация лишь подтвердит это. Собственно, именно с такой целью Международная организация по стандартизации и утверждала стандарты ISO 9000. Но зачастую процедура сертификации сводится к тому, что с полгода вместо основной работы все пишут бумажки, и на основании бумажек же вручается сертификат. Качество от этого может только ухудшиться. Вдумайтесь в самую формулировку: "внедрение системы менеджмента качества". Не качества, а некой системы управления, поскольку качество, как и свежесть, внедрить нельзя. Будто от этого станок лучше заработает. Или оператор изменит отношение к делу.

Еще одна проблема, о которой стоит сказать, – это неосведомленность ряда руководителей, т.е. людей, принимающих решение, о современных тенденциях в электронике и в сопредельных с ней областях. К сожалению, из уст не одного руководителя на прошедшей конференции можно было услышать о воспроизводстве зарубежной ЭКБ на отечественных предприятиях, о возможности создавать современные радиоэлектронные системы на основе ИС с топологическим разрешением порядка 1 мкм, о том, что "сокращением должностных инструкций до 3–5 страниц с одновременным повышением их эффективности" можно изменить ситуацию с качеством на предприятии. Руководитель одного из уважаемых предприятий в своем сообщении из соображений секретности не стал называть характеристики производимых его фирмой мощных ламп бегущей волны для работы в диапазоне 40 ГГц. Напомним, именно этот диапазон в ближайшем будущем должен активно использоваться во всем мире для реализации широкополосных беспроводных сетей регионального (городского) масштаба – см. стандарт IEEE 802.16-2004. Если предприятие выпускает действительно удачные усилительные приборы, – об этом ведь нужно громко говорить на каждом углу.

Все это – проявление единой проблемы, в решении которой не обойтись без участия государства. Речь идет о подготовке руководящих кадров, умеющих работать в отрасли электроники в современных условиях. Если эту задачу не решить, о продукции, равно как и о ее качестве, можно забыть.

В заключение отметим, что судя по докладам, все перечисленные проблемы хорошо осознают как сами участники конференции, так и руководство Управления радиоэлектронной промышленности и систем управления. И это вселяет надежду. ○

### **90- и 65-нм технологии пока не востребованы.** Будем ждать

Большинство кремниевых фабрик продолжают работать над внедрением 90- и 65-нм технологических процессов, однако спрос на эти технологии пока минимален. Так, крупнейший контрактный производитель СБИС – Taiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC) – в начале ноября заявила, что только 1% всех ее заказов третьего квартала 2004 года пришлось на технологический процесс с разрешением 90 нм. В то же время, по словам президента TSMC Рика Тсаи (Rick Tsai), полупроводниковый гигант продолжает осваивать 65-нм технологию и планирует выпустить первые продукты в конце 2005 – начале 2006 годов.

У другого тайваньской гиганта – корпорации United Microelectronics Corporation (UMC) – дела с нанотехнологиями обстоят аналогичным образом. В третьем квартале лишь 2% всех заказов пришлось на 90-нм техпроцесс. Исполнительный директор UMC Джексон Ху (Jackson Hu) выразил надежду, что в четвертом квартале потребность в 90-нм технологии возрастет до 5% продаж. UMC так же как и TSMC, планирует внедрить 65-нм процесс в начале 2006 года.

В то же время столь известные компании как Texas Instruments и China's Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC) активно разрабатывают свои 90-нм технологические процессы. В SMIC надеются произвести первую продукцию по 90-нм технологии уже в первом квартале 2005 года.

Многие аналитики сходятся во мнении, что мировая электронная индустрия пока не готова к массовому переходу на 90-нм техпроцесс. Высокая стоимость литографических масок и проектирования, проблемы коррекции – все это тормозит переход на новый технологический уровень. Но компании уже приступили к освоению этих технологий, и "их внедрение – лишь вопрос времени", – считает аналитик компании Semico Research Джоан Итоу (Joanne Itow). Однако она полагает, что потребность в технологиях уровня 65 нм в 2005–2006 году будет весьма мала. Насколько верен ее прогноз – покажет время.

По материалам [www.eet.com](http://www.eet.com)