

Проблемы применения интегральных схем в специальной и в том числе удароустойчивой электронной аппаратуре

Эффективность современной военной электронной аппаратуры (ЭА), подвергающейся высокоинтенсивным механическим нагрузкам и в частности ударным, достигается за счет повышения ее функциональных возможностей. Это удается обеспечить в первую очередь за счет применения в ЭА интегральных схем (ИС) высокой степени интеграции и различной технологии изготовления. Большая часть подобных ИС не предназначена для эксплуатации в ЭА, подвергающийся высокоинтенсивному ударному нагружению и использовались они на основании разрешений на применение, выдававшихся соответствующими органами - НИИ «Циклон», НИИ «Электронстандарт». Разрешение на применение подтверждались результатами механических испытаний, проводимых в более жестких условиях, чем указанные в ТУ на ИС. При изготовлении данных ИС предъявлялись повышенные требования к качеству корпуса, термокомпрессионных соединений внутренних проволочных выводов, клеевого соединения кристалл-корпус и т.п.

При использовании подобных ИС в ЭА обеспечивалось только выполнение требований ударопрочности при механическом нагружении. Использование же данных ИС в ЭА, работающей во время высокоинтенсивного ударного нагружения, сопряжено с техническим риском из-за отсутствия информации о функциональной удароустойчивости этих микросхем. В рамках программ по разработке виброудароустойчивых ИС в 80-х годах были выполнены работы по разработке методов и средств информативных испытаний ИС на вибро - и удароустойчивость, проведены исследования влияния схмотехнических и конструктивно-технологических факторов ИС на их удароустойчивость. Однако прекращение финансирования НИР по большинству направлений разработок удароустойчивой ЭА и микросхем, а также потеря предприятий-изготовителей ИС привело к отставанию по техническому уровню отечественной ЭА, подвергающейся высокоинтенсивному ударному нагружению.

Следует отметить еще одно обстоятельство. Еще в 1990 году военная и специальная техника, равно как и гражданская продукция, были почти на 100% укомплектованы отечественной электронной базой. В настоящее время элементная база отечественного производства значительно устарела и технически отстала от мирового уровня. Только 3% электронной компонентной базы (ЭКБ), применяемой в военной технике, разработано после 1990 года [1]. В основном же в спецтехнике используются электронные компоненты 80-х и даже 70-х годов. Результаты выборочного контроля качества отечественной ЭКБ, предназначенной для комплектования образцов военной и специальной техники, показали, что из почти 2,5 тыс. типов ЭКБ, изготовленной 22 предприятиями, не соответствуют требованиям 19% [5]. В сложившихся условиях разработчики ЭА были вынуждены применять элементную базу зарубежного производства с тем, чтобы не отстать от мирового уровня в приборостроении. Из-за большого количества брака этих комплектующих, в 1997 году Минобороны ввело в оборот новый термин — "второй поставщик". Этот термин был закреплён в документе РД В 319-010-97 "Требования ко второму поставщику". В документе было прописано, что вторым поставщиком могли стать только те юридические лица, которые отвечали регламентированным в РД В 319-010-97 требованиям (к персоналу, складскому хозяйству и пр.) и, в свою очередь, имели право покупать ЭРИ ИП только у изготовителя или у других вторых поставщиков; проверка кандидатов во вторые поставщики на соответствие РД В 319-010-97 возлагалась на 22 ЦНИИ МО, который выдавал кандидату закрепляющий его

статус документ; подтверждение качества закупаемых зарубежных комплектующих предписано проводить путем сертификационных испытаний в аттестованных испытательных лабораториях; для контроля деятельности второго поставщика закреплялось конкретное военное представительство [6]. В 2000 году для многих предприятий сложилась кризисная ситуация: с одной стороны, российских аналогов комплектующих не появилось, с другой стороны, нужные зарубежные комплектующие формально были запрещены. В 2001 году МО РФ ввело «Положение о порядке применения электронных модулей, комплектующих изделий, электро-радиоизделий и конструктивных материалов иностранного производства в системах, комплексах и образцах ВВТ и их составных частях: РД В 319.04.35.00-01». Суть этого «Положения» в следующем: головной разработчик конкретного образца военной техники на применение каждого зарубежного ЭКБ должен получить личное письменное разрешение Начальника вооружения ВС РФ, предварительно собрав более 20 согласующих подписей; получив это разрешение, разработчик конечного изделия должен купить у второго поставщика это комплектующее изделие; купив эти изделия, разработчик конечного образца должен провести их сертификационные испытания; разработчик конечного образца должен разработать и утвердить в Минобороны ТУ на каждое наименование комплектующих [6].

По состоянию на 1 марта 2009 года министерство обороны РФ рассмотрено свыше 1,2 тыс. решений о применении ЭКБ иностранного производства, содержащих заявки на применение более 69 тыс. типономиналов ЭКБ. Это свидетельствует о полном отсутствии как межпроектной, так и внутривидовой унификации номенклатуры ЭКБ [5].

С изделиями микроэлектроники для средств вооружений ситуация еще хуже - импортные ИС составляют 90% [1]. При этом применяемая номенклатура компонентной базы иностранного производства более чем на 95% относится к категориям, к которым, как правило, указывают только электрические параметры. Отсутствие данных о надежности, стойкости к радиационным, механическим и климатическим воздействиям и действующая сегодня практика испытаний ЭКБ в составе аппаратуры не гарантирует надежности создаваемых на ее основе изделий. Существующая цепочка поставок дешевой ЭКБ иностранного производства, ее сертификационные испытания и специальные проверки существенно увеличивают стоимость и сроки создания образцов военной и специальной техники, не гарантируют обеспечение требований по назначению создаваемых образцов [5].

Таким образом, основными общими причинами недостаточного уровня качества и надёжности эксплуатируемой в вооружённых силах как ЭА, так и ЭА АБ являются [2,3]:

1. Недостаточная загруженность предприятий государственным оборонным заказом (ГОЗ) и, как следствие, мелкосерийность производства, в том числе и ЭА АБ.

2. Потеря научных школ и производств ЭА, ЭКБ и ИС. Дефицит квалифицированных рабочих, инженерно-технических работников, специалистов по управлению качеством вооружения и военной техники (ВВТ), особенно системного уровня. Отсутствие эффективно действующей системы обязательной непрерывной многоуровневой подготовки, а также переподготовки и повышения квалификации специалистов в области системы менеджмента качества (СМК), контроля качества и приемки ВВТ.

3. Моральное и физическое старение основных производственных фондов предприятий, в том числе лабораторной и испытательной базы, устаревшие технологии производства ВВТ, дефицит современного станочного и лабораторно-испытательного оборудования.

4. Отсутствие межведомственной системы информации о качестве и

надежности выпускаемой продукции, недостаточный уровень объединения систем управления разработчиков и изготовителей ВВТ при их взаимодействии под единым руководством головной организации, а также авторского надзора с ее стороны на всех этапах жизненного цикла продукции.

5. Использование промышленностью для производства ВВТ устаревших и низко качественных не удовлетворяющих требованиям Минобороны России комплектующих изделий и материалов, в том числе импортных. Утрата или прекращение производства части ИС без создания их страховых запасов. Сокращение номенклатуры выпускаемых ИС. Активное использование импортной элементной базы.

6. Низкие темпы внедрения стандартизации, унификации, каталогизации продукции, CALS-технологий, недостаточно активное внедрение компьютерных и других перспективных систем обеспечения качества продукции, электронных каталогов и комплектующих изделий, материалов, а также технологий информационной поддержки изделия (ИПИ-технологии), позволяющих отслеживать дефекты элементов, деталей, комплектующих изделий, узлов и продукции в целом на всех этапах жизненного цикла и обеспечивающих кардинальное повышение качества и конкурентоспособности ВВТ.

7. Существенное ослабление финансово-экономических и административных воздействий на предприятия за низкое качество и надежность продукции, неудовлетворительная организация рекламационной работы, снижение эффективности работ по анализу и устранению выявляемых в ходе войсковой эксплуатации ВВТ конструкторских, производственных и эксплуатационных дефектов.

8. Недостаточная отработка научно-методического обеспечения качества и надежности ВВТ, отсутствие обязательных требований на наличие у предприятия эффективно работающей сертифицированной СМК.

9. Отсутствие или несоответствие современным требованиям системы метрологического обеспечения качества ВВТ. Имеющиеся на рынке импортные измерительные средства по стоимости недоступны для многих организаций ОПК.

10. Несоответствие нормативно-правового обеспечения качества ВВТ требованиям современных рыночных отношений. Существующие системы стандартизации и оценки соответствия в сфере ВВТ не соответствуют требованиям Федерального закона «О техническом регулировании» и международным стандартам.

11. Несоблюдение предприятиями порядка и правил разработки и испытаний ВВТ, установленных для принятия ее на вооружение (на снабжение, в эксплуатацию).

12. Низкий уровень технической оснащенности испытательным оборудованием, потеря высококвалифицированных кадров, сокращение служб качества на многих предприятиях, низкая эффективность контроля качества выпускаемой продукции и входного контроля комплектующих со стороны, как ОТК предприятий, так и военных представительств (ВП).

В настоящее время основная цель единой научно обоснованной военно-технической политики (ВТП) в области качества и надежности продукции электроники – обеспечение высоких эксплуатационных свойств ВВТ путем устранения указанных причин.

Решение приоритетных задач Государственной программы вооружения по созданию ВВТ, ЭА и ИС с высокими эксплуатационными характеристиками и обеспечению требуемого уровня их качества и надежности должно быть системным и основываться на развитой информационной, научно-методической и нормативной базах с использованием современных методов менеджмента, надежность-

ориентированных методов проектирования и изготовления и информационных технологий управления качеством.

Для решения данных задач в нормативно–правовой сфере требуется [2]:

1. Внести изменения:

в федеральные законы «О государственном оборонном заказе» и «О военно-техническом сотрудничестве Российской Федерации с иностранными государствами»;

в федеральные законы «Об образовании» и «О высшем и послевузовском образовании», предусмотрев в них норму о введении в государственный заказ на обучавшихся за счет средств государственного бюджета выпускников ПТУ, колледжей, техникумов и вузов квот для их обязательного распределения на два-три года по организациям ОПК (на основе соответствующих заявок);

в налоговое законодательство — в части создания условий, стимулирующих привлечение инвестиций на развитие и техническое перевооружение производственной и научно-технической базы организаций ОПК, в том числе льгот и преференций по налогам, таможенным пошлинам (тарифам), льгот по кредитам и т.д.;

уточнить функции, права и обязанности ВП в условиях рыночной экономики.

2. Ввести раздел о качестве продукции, поставляемой организациями ОПК, в действующие формы обязательной статистической отчетности.

3. Предусмотреть усиление ответственности за невыполнение мероприятий по обеспечению требуемого качества ВВТ.

4. Уточнить, с учетом требований Федерального закона «О техническом регулировании», статус отмененных законом отраслевых стандартов, а также роль и место систем добровольной сертификации в области ВВТ.

5. Разработать и внедрить программы и методики испытаний ВВТ в условиях ограниченности объемов его производства (с учетом имеющегося в ракетно-космической и авиационной отраслях опыта и научно-методической основы обеспечения качества ВВТ при единичном и мелкосерийном производстве).

6. Продолжить разработку и совершенствование нормативных документов, касающихся порядка использования импортной ЭКБ для изготовления ВВТ (особенно поставляемой на экспорт). Конкретный механизм применения в ВВТ изделий ИП должен быть изложен в специальном военном стандарте системы СРПП ВТ [6]. При этом исходить из необходимости разумного упрощения порядка применения импортной элементной базы путем усовершенствования разрешительных процедур и процедур согласования. Использование импортной ЭКБ должно лишь дополнять список недостающей номенклатуры, а не вытеснять отечественного производителя из сферы применения изделий военного назначения. В последнем случае основные общие правила проектирования ЭБ с применением импортных ИС должны быть следующие [2,3]:

импортные ИС применяются только в технически обоснованных случаях;

основанием для применения является невозможность реализации требуемых тактико-технических характеристик аппаратуры на отечественной элементной базе;

разработчик аппаратуры осуществляет выбор импортных ИС по электрическим характеристикам и требованиям к внешним воздействующим факторам и в частности по механическим воздействиям высокой интенсивности;

все ИС должны применяться в соответствии с требованиями соответствующих спецификаций;

электрические режимы импортных ИС должны удовлетворять требованиям стандарта Е5А Р55-01-301;

выбор импортных ИС производится из числа включенных в «Перечень изделий и материалов иностранного производства, разрешённых к применению» для

аппаратуры конкретного изделия, выпускаемый 22 ЦНИИ МО.

7. Утвердить и организовать реализацию Комплексной межведомственной программы повышения качества продукции ОПК. Обеспечить ее полноценное финансирование.

Для решения данных задач в сфере технологий необходимо [2]:

1. Ускорить техническое перевооружение предприятий ОПК, что станет материальной основой обеспечения качества и конкурентоспособности ВВТ.

Для этого необходимо:

реализовать приоритетные проекты по техническому перевооружению электронных производств, прежде всего в области микроэлектроники и СВЧ-электроники;

разработать и реализовать Программу разработки и производства средств измерительной техники в указанный период;

создать (с учетом имеющегося опыта) систему централизованной закупки ЭКБ для обеспечения комплектных поставок для конкретных систем и комплексов ВВТ.

2. Ускорить переход предприятий ОПК на электронные технологии разработки, производства и эксплуатации наукоемкой продукции;

оказать государственную поддержку в разработке и апробации типовых программно-технических средств обеспечения качества ВВТ, соответствующих требованиям стандартов ИСО серии 9000.

3. Создать:

единую информационно-аналитическую систему мониторинга качества и надежности ВВТ на всех этапах ее жизненного цикла;

систему мониторинга состояния нормативно-технической документации, технологического и контрольно-измерительного оборудования организаций ОПК.

4. В сфере ЭА разработать программы создания радиоэлектронных средств ВВТ и комплектующих их ИС, взаимоувязанных по номенклатуре, техническим, эксплуатационным характеристикам, качеству и надежности и объему выпуска;

Для решения задач применительно к разработке ИС и ЭА для АБ при задании требований к их качеству и надежности необходимо провести:

1. Исследование условий применения и ожидаемых уровней внешних воздействующих факторов (ВВФ) на перспективные образцы ЭА АБ;

2. Определение показателей качества и надежности разрабатываемых образцов ЭА АБ в заданных условиях воздействия внешних факторов;

При разработке и совершенствовании методов подтверждения тактико-технических характеристик ЭА АБ и комплектующих их ИС заданным требованиям необходима:

1. Разработка расчетных и расчетно-экспериментальных методов для оценки качества и надежности ЭА АБ, разрабатываемых на основе новых конструктивно-технологических решений;

2. Выбор условий и режимов испытаний, адекватных реальным условиям эксплуатации;

3. Разработка экспресс-методов оценки качества и надёжности ЭА АБ и комплектующих ИС, позволяющих существенно сократить продолжительность и объём испытаний.

При проведении контроля правильности разработки, изготовления и приемки продукции военным представителем Минобороны России необходимо:

1. Разработка эффективных методов контроля процессов конструирования и технологий изготовления ИС и ЭА АБ;

2. Определение перечня и значений технических параметров, измеряемых и контролируемых на этапах разработки, изготовления, испытаний и приемки на

операциях, оказывающих существенное влияние на качество и надежность ИС и ЭА АБ.

При проведении военно-технической экспертизы и сертификации систем качества необходимо [1,2]:

1. Совершенствование организации и порядка проведения военно-технической экспертизы по надежности и стойкости ЭА АБ в процессе их разработки;

2. Оптимизация методов проведения военно-технической экспертизы в части правильности задания и подтверждения требований к надежности и стойкости ЭА АБ и правильности выбора и применения ИС в ЭА;

3. Совершенствование методологии контроля системы качества ИС и ЭА и оценка ее эффективности.

4. На базе лучших вузов страны и учебных центров систем добровольной сертификации «Военный Регистр» и «Оборонсертификат» создать систему многоуровневой подготовки сотрудников, планируемых к назначению в военные представительства.

Для обеспечения новых разработок удароустойчивой ЭА АБ соответствующей ЭКБ и в первую очередь интегральными схемами необходимо обеспечить решение следующих задач:

1. Определить номенклатуру ИС, требуемых для работы в составе ЭА при высокоинтенсивных механических нагружениях, и предприятий-изготовителей подобных ИС;

2. Создать систему отработки ИС и электронных блоков на устойчивость к высокоинтенсивному виброударному нагружению с использованием телеметрической аппаратуры (при наличии информации о реальных внешних воздействующих факторах на ЭА АБ);

3. Выбрать условия и режимы испытания ИС и электронных блоков, адекватные реальным условиям эксплуатации;

4. Разработать нормативно-техническую документацию на испытания ИС и электронных блоков по устойчивости к высокоинтенсивным виброударным нагружениям.

В настоящее время в России утверждена «Стратегия развития отечественной электронной промышленности» и подпрограмма «Развитие электронной компонентной базы» на период 2007-2011 гг. в составе ФЦП «Национальная технологическая база» [1].

Также в последние годы проведены исследования применимости компонентов иностранного производства в создаваемых перспективных образцах ЭА и разработано три редакции «Номенклатуры высокотехнологичных ИЭТ, рекомендуемых к разработке в РФ и применению в РЭА». Основной принцип формирования «Номенклатуры» — предельная унификация без ущерба техническим характеристикам РЭА. Кроме того, в 2001 году была введена в действие «Инструкция о порядке применения электронных модулей, комплектующих изделий, электрорадиоизделий и конструкционных материалов иностранного производства в системах, комплексах, образцах вооружения и военной техники и их составных частях».

По примеру передовых по качеству западных и японских фирм в стране приступили к осуществлению внедрения систем стандартов ИСО серии 9000 на основе ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9002, ГОСТ Р ИСО 9003 [4].

Несмотря на целый комплекс нерешенных проблем, в различных отечественных НИИ и ФНПЦ ведутся работы по созданию новой удароустойчивой ЭА АБ, однако основы военно-технической политики по обеспечению качества и надежности радиоэлектронных средств, в том числе ЭА АБ, и микросистемной

компонентной базы можно реализовать только совместными усилиями и действиями организаций Минобороны России, организаций и предприятий оборонно-промышленного комплекса и предприятий отечественной электронной промышленности.

Литература

- 1. Борисов Ю. Электронная промышленность России: Стратегия развития. Журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес», №8, 2006. С. 4-10.**
- 2. Смольяков А. В. Качество оборонной продукции // Стандарты и качество. № 2, 2005. С. 12–15.**
- 3. Рахманов А. А. Военно-техническая политика Минобороны России в области качества и надежности радиоэлектронных средств вооружения и электронной компонентной базы // Стандарты и качество, № 2, 2005. С. 16–19**
- 4. Горлов М. , Строганов А., Арсентьев А. , Ануфриев Д.: Переход от контроля качества к системе обеспечения качества // Технологии в электронной промышленности, 2006. С.18-22.**
- 5. Степанов Ю.И. Об особенностях применения импортных компонентов в военной и специальной технике: Компоненты и технологии, №7, 2001.**
- 6. Писаренко О., Бабарыкин В.: Особенности национального отношения к «ненациональным» комплектующим, Журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес», №5, 2009.**

