

Удароустойчивость как один из параметров качества интегральных схем специальной электронной аппаратуры

Доцент Жаркой М.Ф.
БГТУ «ВОЕНМЕХ», С. Петербург

Обеспечение качества электронной аппаратуры (ЭА) и комплектующих ее интегральных схем (ИС) - это проблема национального масштаба.

Система обеспечения качества решает многие задачи, которые возникают как в процессе проектирования аппаратуры, так при ее изготовлении и испытаниях. Модели обеспечения качества, которые описаны в трех международных стандартах ИСО9001, ИСО9002, ИСО9003, имеющих общее название «стандарты ИСО9000», представляют собой три различные формы требований к системе качества - при проектировании, при производстве и окончательном контроле и испытаниях. Эти стандарты носят общий характер и не зависят от конкретной отрасли промышленности.

В России из-за низкого уровня финансирования, была практически минимизирована системная работа в области обеспечения качества, не проводился сбор и анализ данных о качестве и надежности ЭА и их комплектующих ИС. В радиоэлектронном сегменте потеря качества и конкурентоспособности, в частности в гражданском секторе, уже привела к практическому исчезновению с отечественных рынков российских производителей бытовой аппаратуры.

Также в настоящее время наблюдается неблагоприятное положение качества ЭА и ИС военного назначения. Основными причинами выхода из строя подобной ЭА продолжают оставаться отказы комплектующих и в том числе ИС. Комплексные исследования, проведенные Северо-Западным региональным испытательным сертификационным центром, созданным в ОАО "РНИИ "Электронстандарт", свидетельствуют о неудовлетворительном качестве и надежности комплектующих как с приемкой "5", так и с приемкой "9". Широкое применение в последние десятилетия



импортных компонентов в ЭА привело к тому, что на начало 2014 года они составляли до 70% от всей электронной компонентной базы, используемой в производстве российского вооружения и оборудования для космоса. Но в то же время, из-за существующих экспортных ограничений практически доступной является лишь импортная элементная база не соответствующая требованиям военных стандартов. При этом, из за модернизации разрабатываемой ЭА, постоянно идет процесс увеличения номенклатуры используемых комплектующих ИС. Кроме того дополнительные проблемы создают и факты заметного возрастания контрафактной элементной базы. Все эти проблемы комплектации ЭА военного назначения элементной базой и в том числе интегральными схемами представлены на рисунке ниже.

\

Отечественный разработчик стоит перед проблемой: либо создавать ЭА на отечественных ИС ограниченной номенклатуры и недостаточного качества, либо применять импортные ИС, преодолевая нормативно-правовые барьеры. Основные общие правила применения импортных ИС были следующие:

- импортные ИС применяются только в технически обоснованных случаях т.е. из-за невозможности реализации требуемых тактико-технических характеристик аппаратуры на отечественной элементной базе;

- разработчик ЭА 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 должен производиться из числа включенных в «Перечень изделий и материалов иностранного производства, разрешённых к применению» для аппаратуры конкретного изделия, выпускаемый 22 ЦНИИ МО.

Действующий стандарт ГОСТ Р 55754-2013 «Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники» разработанной на основе ГОСТ Р. ИСО 9000 устанавливает систему взаимоотношений изготовителей и потребителей, порядок создания и функционирования системы качества на предприятиях изготовителях ИС, а также общие требования к элементам системы качества. Это позволяет выпускать изделия с высокой надёжностью (например, для ракетно-космической отрасли).

Сложнее стоит вопрос о системе качества ИС, комплектующих специальные ЭА, которые подвергаются ударному нагружению высокой интенсивности. Перечень отечественных ИС, комплектующих подобные ЭА, включал в себя микросхемы различных базовых технологий изготовления - цифровые, аналоговые, аналого-цифровые, корпусированные и бескорпусные. Отечественные ИС, в составе подобных ЭА, использовались на основании разрешений на применение, выдававшихся соответствующими организациями и которые подтверждались результатами механических испытаний, проводимых в более жестких условиях, чем указанные в ТУ на ИС, причём при использовании подобных ИС обеспечивалось (за счёт определённых конструктивных решений) только выполнение требований ударпрочности. В конце 80-х годов были разработаны и выпускались отечественные специальные ударопрочные микросхемы, к которым относились цифровые КМОП-ИС серий 512, Н1512

(производство «Интеграл» Минск), усилительные на биполярных транзисторах серии 518 (производство "Альфа" Рига). При изготовлении подобных ударопрочных ИС, к ним предъявлялись повышенные требования к качеству корпуса, термокомпрессионных соединений внутренних проволочных выводов с кристаллом, клеевого соединения кристалл-корпус и т.п. Использование же подобных ударопрочных и других серийно выпускаемых микросхем в ЭА, работающей во время высокоинтенсивного ударного нагружения сопряжено с техническим риском из-за отсутствия информации о функциональной удароустойчивости интегральных схем. Особенно эта возможность нарушения функционирования во время ударного нагружения актуально для аналоговых ИС, построенных как на МОП так и на биполярных транзисторах.

При подобном воздействии микросхемы проявляют, например, свои тензочувствительные свойства, а устойчивость их работы во время ударного нагружения зависит от схемотехнических и конструкторско-технологических параметров, а также от уровня деформаций, возникающих в ИС при ударном нагружении.

Для обеспечения современной удароустойчивой ЭА необходимой микроэлектронной базой и в первую очередь удароустойчивыми интегральными схемами необходимо выполнение решения следующих задач:

-Определить номенклатуру ИС, необходимых для работы в составе ЭА, подвергающейся при эксплуатации высокоинтенсивному ударному нагружению и перечень предприятий- изготовителей подобных ИС;

-Включить в параметры качества интегральных схем, комплектующих ЭА, которая подвергается высокоинтенсивному ударному нагружению во время функционирования, разработанный показатель удароустойчивости;

-Разработать нормативно-техническую документацию на испытания ИС и ЭА на устойчивость к ударному нагружению;

- Создать систему отработки ИС и ЭА на устойчивость к ударному нагружению с использованием телеметрической аппаратуры. Выбрать условия и режимы испытаний ИС и ЭА адекватных реальным условиям эксплуатации подобной аппаратуры;

-На базе лучших высших учебных заведений страны и учебных центров систем добровольной сертификации «Военный Регистр» и Оборонсертифика» создать систему многоуровневой подготовки сотрудников, планируемых к назначению в военные представительства при предприятиях- изготовителях отечественных интегральных схем.

1. Кочемасов Д.В., Кувшинов В.В., Строганова Е.П. Качество электронных и радиоэлектронных компонентов для современной промышленности. - Компоненты и технологии, 2012, №1, с.17-20.

2. Борисов Ю. Электронная промышленность России: Стратегия развития. Журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес», №8, 2006. С. 4-10.

3. Смольяков А. В. Качество оборонной продукции // Стандарты и качество. № 2, 2005. С. 12-15.

4. 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