

Проблемы применения перспективной электронной компонентной базы в космосе

Николай Данилин, Сергей Белослудцев (Москва)

В статье представлен опыт специалистов ФГУП «РНИИ КП» в области входного контроля цифровых микросхем и узлов для аппаратуры специального назначения, а также наработки по сопровождению и сертификации всей номенклатуры компонентов и блоков отечественного и иностранного производства.

Электронная компонентная база (ЭКБ) составляет технологическую основу радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) космического назначения. От качества и надёжности ЭКБ зависит качество и надёжность бортовой и наземной РЭА.

Подавляющее количество отказов «космической» РЭА вызывается выходом из строя той или иной ЭКБ. Известно, что качество ЭКБ определяется совершенством разработки (конструкции), обеспечивается в процессе производства и поддерживается в процессе эксплуатации. На всех этих стадиях в той или иной форме осуществляется оценка технического состояния и процедуры контроля качества ЭКБ.

В работах российских учёных и инженеров вопросы контроля качества и надёжности современной ЭКБ, особенно цифровых интегральных схем и узлов, освещены недостаточно. Зарубежные материалы по методам и средствам контроля микроэлектронных схем и узлов на мировом «космическом» рынке не всегда доступны.

Специалисты ФГУП «РНИИ КП» накопили немалый опыт в области входного контроля цифровых микросхем и узлов. Выявление скрытых дефектов на входном контроле – самой ранней

стадии производства – позволяет повысить надёжность и долговечность космических систем. Большинство описанных методов, приборов и систем успешно используются приборостроительными предприятиями ряда отраслей промышленности Российской Федерации и позволяют существенно снизить долю отказов РЭА из-за некачественных элементов.

Создание конкурентоспособной космической техники, прежде всего спутников связи, навигации и вещания, рассчитанных на длительную работу, – актуальная проблема для российской космической индустрии, особенно в преддверии вступления страны во Всемирную торговую организацию (ВТО).

Известно, что 10 – 15-летние сроки активного существования (САС) спутников в значительной мере определяются надёжностью и качеством ЭКБ, которой они комплектуются.

В РФ был выполнен широкий комплекс работ, направленных на создание системы требований, методов и средств контроля ЭКБ для объектов космической техники. Данная система включает в себя три подсистемы: научно-методическую, техническую и нормативно-организационную.

В рамках этих подсистем впервые были разработаны:

- совокупность моделей эксплуатации ЭКБ, применяемой в объектах космической техники;
- системы требований к техническим и эксплуатационным характеристикам ЭКБ;
- методы локальной и интегральной диагностики ЭКБ по информативным параметрам, позволяющие выявить потенциальные дефекты;

- комплекс аппаратурных средств и программного обеспечения, охватывающий все классы ЭКБ, начиная от резисторов и конденсаторов и заканчивая СБИС сигнальных процессоров, мегабитных запоминающих устройств, программируемых логических матриц;

- система нормативно-технических документов, регламентирующих организационные и методические вопросы взаимодействия организаций, участвующих в работах по закупке, контролю, испытаниям, поставке и применению ЭКБ, т.е. взаимодействие поставщиков, потребителей и заказчиков компонентов.

В РНИИ КП впервые создан уникальный комплекс технических средств для диагностического неразрушающего контроля и отбраковочных испытаний ЭКБ. Комплекс ориентирован на условия и режимы применения ЭКБ в РЭА объектов космической техники и позволяет на 1,5 – 2 порядка повысить надёжность партий ЭКБ путём исключения компонентов со скрытыми дефектами (см. рис. 1).

Эта работа позволила впервые в мировой практике создать единую организационно-техническую систему диагностического контроля и испытаний ЭКБ, успешно зарекомендовавшую себя при выполнении таких известных программ, как «ГЛОНАСС», «МКС», «СЕСАТ» и других.

Головное предприятие – Научный центр сертификации элементов и оборудования (НЦ СЭО) ФГУП «РНИИ КП» (основанный в 1992 г.). НЦ СЭО имеет аккредитацию Роскосмоса и ФГУП «22 ЦНИИ Минобороны России» (см. рис. 2).

В отдельном стендово-испытательном корпусе расположено более 350 единиц оборудования для испытаний ЭКБ и электронных блоков (ЭБ).

НЦ СЭО проводит работы по сопровождению и сертификации всей номенклатуры ЭКБ и ЭБ отечественного и иностранного производства (ИП):



Рис. 1. Положительные результаты увеличения сроков активного существования

- отборочные испытания (отбор ЭКБ по качеству не хуже исполнения «9» и «5» из выпуска соответственно «5» и «1»);
- испытания по требованиям РД 22.12.186-97 (более 400 тыс. элементов в год);
- испытания для установки в высоконадёжную аппаратуру с длительным сроком активного существования (10 – 15 лет);
- входной контроль и надёжностные испытания ЭКБ и ЭБ;
- сертификационные испытания в рамках обязательной и добровольной сертификации (возможности испытания ЭКБ ИП более 200 тыс. элементов в год);
- испытания по стандартам Климат-6, Климат-7, Мороз-6, MIL STD (США), ESA/ESS (Европейский стандарт);
- испытания по РК-98 (лабораторные отбраковочные испытания, конструкторские отбраковочные испытания, разрушающие испытания);
- диагностический неразрушающий контроль;
- разрушающий физический анализ;
- анализ отказов и независимую экспертизу;
- исследование возможности применения ЭКБ ИП промышленного исполнения в зависимости от внешних воздействующих факторов космического пространства;
- разработку и изготовление испытательного оборудования и программно-математического обеспечения для испытаний ЭКБ и ЭБ;
- выдачу рекомендаций по практическому применению ЭКБ и ЭБ;

Алгоритм работы НЦ СЭО по применению ЭКБ ИП

Этап 1	Оформление решения о порядке применения ЭКБ ИП в аппаратуре
	Получение партий ЭКБ ИП из аккредитованного центра закупок
	Входной контроль партии
Этап 2	Отбор ЭКБ ИП для сертификационных испытаний партии
	Заключение о допуске партии к сертификационным испытаниям, лабораторным отбраковочным испытаниям, конструкторским отбраковочным испытаниям
	Сертификационные испытания, лабораторные отбраковочные испытания, конструкторские отбраковочные испытания, конструкторские диагностические испытания ЭКБ ИП
	Выборочный разрушающий физический анализ
Этап 3	Анализ результатов входного контроля, лабораторных отбраковочных испытаний, конструкторских отбраковочных испытаний, конструкторских диагностических испытаний и разрушающего физического анализа
	Сертификат соответствия партии
	Оценка условий эксплуатации
	Сертификат применения партии



Рис. 2. Главная роль и задачи НЦ СЭО

• сертификационные испытания изделий космического приборостроения – бортового и наземного комплексов.

Алгоритм работы НЦ СЭО по применению ЭК ИП приведён в таблице.

При НЦ СЭО имеется Орган по сертификации, который проводит обязательную и добровольную сертификацию и выдаёт сертификаты Роскосмоса на ЭКБ, ЭБ народно-хозяйственного и научного назначения.

Интеграция и дальнейшее взаимодействие между сетями космических телекоммуникаций России и стран Западной Европы – главное условие для установления деловых контактов и успешной деятельности России на мировом космическом рынке.

ЭКБ, применяемая в объектах космической техники, играет важнейшую роль в достижении максимальной эффективности, надёжности и долговечности телекоммуникационных систем. В последние годы подходы к выбору ЭКБ для новых разработок космического использования резко изменились. Это вызвано эволюцией мировой космической индустрии, связанной с устойчивой тенденцией к применению высоконадёжных компонентов промышленного исполнения. Специалисты РНИИ КП применяют новые концепции, методы квалификации и модернизированные подходы в процедурах приобретения и использования рентабельной ЭКБ для отечественной космической промышленности.

В преддверии вступления РФ в ВТО творческое взаимодействие экспертов Роскосмоса, ФГУП «РНИИ КП» и представителей передовых западных космических технологических компаний IGG (Великобритания), Tecnologica (Испания), Astrium (Германия) позволяет осуществить модернизацию технологий информационного космичес-

кого обеспечения и практическое применение прогрессивных наработок западных стандартов в новых российских космических телекоммуникациях на основе использования стратегически значимой промышленной ЭКБ ИП.

Эти наработки были доложены авторами на последних конференциях ESCCON 2002, Radex-2003, Омск-2004. Основные результаты конференций, которые были получены по анализу докладов, сделанных отечественными и европейскими специалистами, следующие:

- техническое взаимодействие с производителем должно быть установлено на самых первых стадиях;
- производитель должен гарантировать однородность партии и индексов дат изготовления;
- количество закупаемых образцов должно быть достаточно большим; однако 15% запаса требуемого количества обычно достаточно;
- разрушающий физический анализ является полезным критерием для окончательной приёмки ЭКБ;
- необходимы партнёрские соглашения с производителями для того, чтобы оценить поставщика и повысить объём и надёжность данных;
- необходимо проводить анализ, используя существующие российские документы как руководство по выбору нестандартных компонентов для разработчиков новой РЭА;
- электронной промышленностью РФ должна быть организована общая система базы данных, в которую будут собираться все сведения о надёжности применяемой промышленной элементной базы и РЭА на её основе;
- использование в условиях естественной радиации возможно с предварительным определением параметров радиационной стойкости для каждой закупочной партии. ©