

ЕЩЕ РАЗ О МЕЖВЕДОМСТВЕННОМ ЦЕНТРЕ РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

А.Ю. Никифоров

ОАО «ЭНПО СПЭЛС», г. Москва

Представлен анализ проектов документов, регламентирующих основополагающие принципы деятельности Межведомственного центра испытаний (МЦИ) электронной компонентной базы (ЭКБ) на радиационную стойкость (РС).

Активное обсуждение и полемику в среде специалистов в области радиационных испытаний ЭКБ вызвали проекты документов, регламентирующих деятельность вновь создаваемого МЦИ. Основной причиной этому представляется отсутствие исходного взвешенного анализа практической целесообразности принимаемых решений, а как следствие – содержания и организационной направленности проектов документов.

Между тем возникающие проблемы можно было бы избежать, не внося директивным путём изменения в хорошо отлаженную, признаваемую заказчиками и эффективно действующую систему радиационных испытаний ЭКБ на основе комплекса государственных военных стандартов и отраслевых нормативных документов. Взгляды автора по вопросу целесообразности создания МЦИ ранее изложены в [1] и не претерпели изменений, они же стали основой для критического анализа Положения о МЦИ и основополагающих принципов его деятельности.

Главный декларируемый принцип – «обеспечение единства измерений». При этом за эталон принимаются результаты измерений, получаемые при радиационных испытаниях в головных организациях центра – РФЯЦ «ВНИИЭФ» (г.Саров) и ФГУП «НИИП» (г.Лыткарино). С большим и искренним уважением относясь к этим техническим «брендам», коллективам их учёных и специалистов, нельзя не отметить следующее.

Многokrатно – теоретически и экспериментально – доказано, что достоверные и информативные результаты радиационных испытаний современных ЭКБ, например, изделий сложно-функциональной субмикронной микроэлектроники и твердотельной СВЧ-электроники, не удастся получить в условиях дистанционных измерений при наличии длинных сигнальных линий и высокого уровня наводок и помех, которые не могут быть исключены или снижены до приемлемого уровня в реальных условиях радиационного эксперимента.

Это значит что, как минимум, для указанных классов изделий, современные технические требования заказчиков, предъявляемые к проведению радиационных испытаний ЭКБ не могут быть практически реализованы или их выполнение предельно затруднено (технически или экономически), оставаясь в рамках типового радиационного эксперимента, когда испытываемый объект в зоне радиационного воздействия связан с контрольно-измерительной и

управляющей аппаратурой сигнальными линиями, длиной до десятков метров. При этом следует учитывать, что современные СБИС могут иметь более тысячи выводов, на каждом из которых в ходе радиационных испытаний необходимо синхронно задать или проконтролировать сигнал.

Номенклатура испытываемых изделий многочисленна и разнообразна - например, только в испытательном центре ОАО «ЭНПО СПЭЛС» в 2009 году составила более 600 типов, представленных большинством функциональных классов и групп ЭКБ. К каждому типу изделий при подготовке и проведении радиационных испытаний необходимо применять индивидуальный подход на основе анализа доминирующих радиационных эффектов и механизмов отказов, выбора информативных параметров-критериев и разработке индивидуальной программы-методики испытаний.

Как именно при радиационных испытаниях совершенно разных по функциональному назначению и степени интеграции представителей ЭКБ обеспечить принцип «единства измерений»? В практике некоторых испытательных центров он реализуется «выравниванием» методических подходов, технических средств и наборов измеряемых параметров, например, для микропроцессоров под уровень простых логических схем, легко достижимый на имеющейся базе.

В условиях обычного радиационного эксперимента, можно только декларировать, но не обеспечивать достоверность радиационных испытаний в части измерений и контроля информативных параметров и работоспособности функционально-сложных, прецизионных и сверхбыстродействующих микросхем микропроцессоров, микроконтроллеров, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, твердотельных СВЧ-устройств и др. Для ЭКБ подобного уровня категория достоверности радиационных испытаний по требованиям заказчика принципиально не достижима при дистанционных измерениях с жестко ограниченным числом испытательных воздействий.

Из десятка нормативных и директивных документов заказчика, из сотен программ-методик радиационных испытаний различных видов и типов современной ЭКБ микроэлектроники следует, что заказчиком востребованы данные информативного контроля её работоспособности, основанные на тысячах и десятках тысяч обработанных квантов испытательной информации, полученной непосредственно в процессе испытательных воздействий в активных режимах работы изделий, в условиях комплексного действия радиационных и климатических факторов, с измерением всех необходимых динамических и прецизионных параметров, наиболее полно характеризующих целевые функции изделий.

Очевидно, что директивными документами и желаниями конкретных испытательных центров вся совокупность требований заказчика при радиационных испытаниях ЭКБ не может быть удовлетворена на основе декларируемых ими привычных технических подходов в силу объективно существующих ограничений их базового испытательного комплекса.

Это можно показать на простом примере для не самого сложного класса изделий микроэлектроники – операционных усилителей (ОУ). В сложившейся практике радиационно-испытательных центров типовая методика радиационных испытаний ОУ предполагает контроль только двух параметров – «тока потребления» и «напряжения смещения нуля». В тоже время практическая потребность разработчиков аппаратуры предполагает определение деградации десятка параметров приемки-поставки, включая амплитудно-частотную характеристику, что реально обеспечивается в практике радиационных испытаний ЭКБ на основе современных инновационных методических и технических подходов.

Далее – общие технические условия на микросхемы интегральные четко регламентируют размер выборки изделий при постановке на испытания в зависимости от их степени интеграции. На практике выборка должна составлять от 6 для сверхбольших интегральных микросхем (СБИС) до 15 образцов для микросхем средней степени интеграции. Но реальная практика ряда крупных испытательных центров, если судить по материалам госкомиссий по приемке ЭКБ и сравнительных испытаний, часто ограничивается лишь несколькими (например, тремя) образцами каждого типа.

Под «правильными испытаниями» в радиационно-испытательных центрах часто подразумевается учет эффектов «дозы за импульс» при импульсных воздействиях или эффектов «низкой интенсивности» при стационарных дозовых воздействиях. Но здесь пока больше лозунгов, чем реальной практики. Признание эквивалентности эффектов воздействий на каждый тип ЭКБ нескольких импульсов реактора в течение нескольких дней – реальному однократному импульсному воздействию фактора «И», строго говоря, неубедительно. Действующие ГОСТ РВ 20 57.415, РД В 319.03.31 предполагают унифицированные испытания ЭКБ в единых для всей ЭКБ условиях, выбранных по энергетическим критериям эквивалентности. Иначе результаты испытаний для разных изделий и заказчиков будут просто несопоставимы.

Прерывая дальнейшие рассуждения, можно ограничиться выводом, что реализация принципа «единства измерений» при радиационных испытаниях не должна приводить к необоснованному усложнению видов испытательных воздействий с одной стороны и сокращению объема испытательной информации о характере радиационного поведения ЭКБ, столь необходимой потребителям, с другой.

Также имеются вопросы и по второму базовому принципу из Положения о МЦИ, в соответствии с которым контрольные испытания всех видов ЭКБ на соответствие техническим заданиям на разработку (предварительные, квалификационные, приемо-сдаточные, сертификационные) должны проводиться исключительно на моделирующих установках (МУ), а имитационные испытания допустимы лишь в производстве и для отработки схемных решений, т.е. как предваряющие «правильные» радиационные испытания.

Дело даже не в абсурде запрета использования имитирующих гамма-установок для испытаний ЭКБ на дозовое воздействие космических факторов - по определению МУ воспроизводят физическую природу радиационного воздействия, а при имитационных испытаниях обеспечивается эквивалентность доминирующего радиационного эффекта и откликов микросхем на испытательное и реальное воздействия, т.е. гамма-излучение по отношению к электронам и протонам космического пространства, безусловно, является имитирующим воздействием. Проблема в том, что противопоставление, а по сути – реальная дискриминация имитирующих установок относительно моделирующих прямо противоречит действующим ГОСТ РВ 20 57.415, РД В 319.03.31, РД В 319.03.22 и основополагающим НД на группу однородной продукции «Микросхемы интегральные» - ОСТ В 11 0998, ОСТ В 11 1010, ОСТ 11 073.013. По мнению автора здесь очевидна попытка административного восстановления объективно утраченного монополизма на проведение радиационных испытаний отдельными испытательными центрами.

На практике проблемы «обеспечения единства измерений» и выбора «правильных» источников испытательных воздействий при радиационных испытаниях ЭКБ в значительной степени можно считать надуманными. Сегодня в стране создана и действует эффективная, инновационная, мирового уровня базовая технология прогнозирования, оценки и контроля радиационной стойкости изделий микроэлектроники [2], удостоенная премии Правительства РФ в области науки и техники за 2009 год (распоряжение Правительства РФ №333р от 17.03.2010 г.), основанная на комплексном совместном применении МУ и имитаторов, обеспечивающая наилучшее сочетание достоверности и экономической эффективности радиационных испытаний современной и перспективной ЭКБ на всех этапах жизненного цикла. Именно применением этой базовой технологии и обеспечивается принцип единства измерений при радиационных испытаниях, причем на совершенно новом техническом уровне.

Таким образом в проекте разрабатываемого Положения о радиационных испытаниях ЭКБ на радиационную стойкость следует исправить допущенные в принятом Положении о МЦИ технические оплошности (назовём это так) и указать, что подобные навязываемые подходы не должны распространяться на радиационные испытания хотя бы изделий микро- и нано-электроники, твердотельной СВЧ-электроники и микросистемной техники (для которых ущерб от возврата к устаревшим методическим подходам является наибольшим).

Литература

1. Никифоров А.Ю. К вопросу о создании межведомственного центра радиационных испытаний электронной компонентной базы. В Сб. Радиационная стойкость электронных систем - «Стойкость-2009», М.: 2009, с. 6-8.
2. Базовая технология прогнозирования, оценки и контроля радиационной стойкости изделий микроэлектроники // А.Ю.Никифоров, М.Н.Стриханов, Ю.И.Борисов, А.И. Чумаков, В.А.Телец и др.// В Сб. Радиационная стойкость электронных систем - «Стойкость-2009», М.: 2009, с. 3-5.